

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“TENDENCIA GENÉTICA Y FENOTÍPICA DE LA  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN UN ESTABLO DEL VALLE DE  
HUAURA”**

**Presentada por:**

**YANELINE NILDA HIDALGO VASQUEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Lima - Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“TENDENCIA GENÉTICA Y FENOTÍPICA DE LA  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN UN ESTABLO DEL VALLE DE  
HUAURA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**YANELINE NILDA HIDALGO VASQUEZ**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Mg.Sc. Jorge Calderón Velásquez  
**PRESIDENTE**

Mg.Sc. María Elisa Catalina García Salas  
**PATROCINADOR**

Mg.Sc. Jorge Rafael Vargas Morán  
**MIEMBRO**

Mg.Sc. José Almeyda Matias  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

“A Dios por guiar mi camino,  
por llenar de muchas bendiciones  
a mis seres queridos”

“A mi madre y hermano  
con mucho amor y cariño por ser  
mi motivación en la vida”

“A toda mi familia por confiar  
en mí y acompañarme  
en este camino”

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por iluminar y guiar mis pasos. Por permitirme cumplir una meta más en mi vida profesional.

- A la Ing. Mg. Sc. María Elisa C. García Salas, por su apoyo como patrocinadora de esta investigación, además por brindarme su amistad y confianza. Gracias por sus consejos y orientación durante mis estudios de Maestría.

- A Inversiones Pecuarias Granados S.A.C. por brindarme la facilidad de recolectar información para poder realizar esta investigación; al Ing. Néstor Chagray Ameri - Jefe del área de producción del establo, por sus consejos brindados y su buena disposición en atender las dudas y consultas que se presentaban.

- Al programa de Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por darme la confianza de trabajar esta investigación en sus instalaciones, por la amabilidad del personal que trabaja en esta área.

- Al Programa Nacional de Innovación Agraria PNIA, por otorgarme una beca y financiar mis estudios de maestría y la presente investigación.

- A los miembros de mi comité consejero: Mg. Sc. Jorge Calderón Velásquez, Mg. Sc. Jorge R. Vargas Morán y Mg. Sc. José Almeyda Matías por su apoyo y recomendaciones.

- Al Dr. Gustavo Gutiérrez., Dr. Juan Pablo Gutiérrez, Mg. Sc. Manuel More M., por su disposición a compartir sus conocimientos para la realización de esta investigación.

- Finalmente a todos mis profesores que en el transcurso de esta Maestría han compartido sus conocimientos, sus experiencias y sobre todo su amistad.

# ÍNDICE GENERAL

Pág.

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1. Mejoramiento genético de la producción de leche .....	15
2.2. Evaluaciones genéticas en ganado lechero .....	18
2.3. Conceptos básicos sobre evaluación genética .....	22
2.3.1 Fenotipo y genotipo .....	22
2.3.2 Valor de cría y habilidad predicha de transmisión (HPT) .....	24
2.4. El modelo operacional .....	26
2.4.1 El modelo lineal mixto.....	26
2.4.2 Criterios para la selección de modelos .....	27
2.5. Efectos .....	28
2.5.1 Efectos fijos .....	29
2.5.2 Efectos aleatorios .....	34
2.6. El mejor predictor lineal insesgado (BLUP) .....	34
2.7. El modelo animal de medidas repetidas .....	36
2.8. Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche .....	44
2.9. Características del establo lechero Granados .....	48
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>51</b>
3.1. Lugar de ejecución.....	51
3.2. Obtención de datos .....	52
3.2.1 Manejo de la información genealógica.....	53
3.2.2 Manejo de los datos de producción de leche .....	56
3.3. Elección del modelo para la evaluación genética .....	58
3.4. Elaboración de las tendencias genéticas y fenotípicas .....	62

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>63</b>
4.1. Análisis de los efectos fijos .....	63
4.2. Evaluación genética de la producción de leche .....	67
4.2.1. Valores genéticos (VG) de las hembras.....	68
4.2.2. Valores genéticos de las hembras del establo Granados según procedencia de sus padres.....	71
4.2.3. Valores genéticos (VG) de hembras vivas.....	73
4.2.4. Valores genéticos (VG) para toros.....	78
4.3. Tendencia genética del establo Granados para producción de leche periodo 1982-2017 .....	86
4.4. Tendencia fenotípica del establo Granados para producción de leche periodo 1999-2017 .....	92
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>96</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>97</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Confiabilidad proyectada para HPT de producción de leche	43
<b>Tabla 2:</b> Orden de mérito del establo “Granados” desde el 2003 al 2017 en productividad lechera	50
<b>Tabla 3:</b> Estadísticos descriptivos de las características de producción del establo Granados, período 1999-2017.	57
<b>Tabla 4:</b> Modelos mixtos con sus respectivos parámetros, ordenados según valor de AIC y BIC.	61
<b>Tabla 5:</b> Análisis de varianza para la producción de leche a 305 días.	63
<b>Tabla 6:</b> Media de la producción de leche a 305 días ajustado por edad según año-estación de parto.	64
<b>Tabla 7:</b> Media de la producción de leche a 305 días ajustado por edad según número de parto.	66
<b>Tabla 8:</b> Componentes de varianza estimados para la producción de leche del establo Granados.	67
<b>Tabla 9:</b> Resultados generales de los VG para producción de leche de las hembras del establo Granados, 1982-2017.	69
<b>Tabla 10:</b> Media de los VG (Kg) para las vacas del establo Granados según procedencia de sus padres.	72
<b>Tabla 11:</b> Media de Kg de leche a 305 días (ajustada por edad) de las vacas del establo Granados según la procedencia de sus padres.	73
<b>Tabla 12:</b> Lista de las 20 hembras vivas con los VG (Kg) más altos para producción de leche.	77
<b>Tabla 13:</b> Datos generales de los VG (Kg) para producción de leche de los toros usados en el establo Granados, 1972-2014.	78
<b>Tabla 14:</b> Lista de los 10 toros con los VG (Kg) más altos para producción de leche y los 10 toros con los valores más bajos que fueron usados en el establo Granados.	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Pasos de un Programa de mejoramiento animal.	16
<b>Figura 2:</b> Línea de tiempo de las evaluaciones genéticas en ganado lechero de Estados Unidos desde 1862 hasta 2013.	21
<b>Figura 3:</b> Efecto de los días en leche (DIM) en Wisconsin en el día de prueba en Holstein con la producción de leche ajustada para la edad de parto, época de parto, la frecuencia de ordeño, y EBV por paridad.	32
<b>Figura 4:</b> Efecto de la edad en el momento del ordeño en la prueba de días de la producción de leche de vacas Holstein primera lactancia basados en datos ajustados por edad al parto, época de parto, la frecuencia de ordeño, y EBV.	33
<b>Figura 5:</b> Tendencia genética para la producción de leche para la raza Holstein.	45
<b>Figura 6:</b> Tendencias genéticas de producción de leche a 305 días de las vacas por año de parto, para el Programa Nacional de Mejoramiento Genético (PNMG); la Asociación Holstein de México (AHM) y el Banco Nacional de Información Lechera (BNIL).	45
<b>Figura 7:</b> Tendencia genética de la producción de leche para vacas Holstein de Brasil.	46
<b>Figura 8:</b> Las tendencias en la producción de leche y el valor de cría para leche de Holstein en Estados Unidos, los datos proceden de Programas de Mejora de Animales de Laboratorio, 2000.	47
<b>Figura 9:</b> Vista satelital de Inversiones Pecuarias Granados SAC– Área de recría (A) y producción (B)	49
<b>Figura 10:</b> Mapa de la provincia de Huaura, región Lima.	51
<b>Figura 11:</b> Total de animales contenidos en la genealogía según año de nacimiento.	54
<b>Figura 12:</b> Porcentaje de animales conocidos en la genealogía registrada considerando cuatro generaciones antecesoras.	55

<b>Figura 13:</b>	Representación gráfica de los Kg de leche por campaña a 305 días según número de parto sin ajustar, periodo 1999-2017.	56
<b>Figura 14:</b>	Flujograma de pasos realizados para la selección del modelo adecuado para la evaluación genética.	59
<b>Figura 15:</b>	Distribución de los valores genéticos de todas las hembras del establo Granados, periodo 1982-2017.	70
<b>Figura 16:</b>	Distribución de las hembras del Establo Granados nacidas en el periodo 2009-2017.	73
<b>Figura 17:</b>	Frecuencia relativa de las vacas vivas según sus valores genéticos .	74
<b>Figura 18:</b>	Frecuencia relativa de las terneras vivas según sus valores genéticos.	76
<b>Figura 19:</b>	Distribución de los valores genéticos de los toros usados en el establo Granados según su fecha de nacimiento.	79
<b>Figura 20:</b>	Frecuencia relativa de los toros usados en el establo Granados según sus valores genéticos.	80
<b>Figura 21:</b>	Distribución de los valores de habilidad transmisora predicha obtenidos de la evaluación genética del CDCB y del establo realizada en agosto-2018 para toros importados.	83
<b>Figura 22:</b>	Distribución de los valores genéticos de los toros usados en el establo Granados provenientes de USA y Perú según año de nacimiento de sus hijas, 1984-2017.	84
<b>Figura 23:</b>	Distribución de los valores genéticos de los toros utilizados en el establo Granados provenientes de otros países según año de nacimiento de sus hijas, 1984-2017.	85
<b>Figura 24:</b>	Tendencia genética de la producción de leche de las hembras del establo Granados, 1982-2017.	91
<b>Figura 25:</b>	Tendencia fenotípica de la producción de leche a 305 días con y sin ajuste por edad según año de parto del establo Granados, 1999 - 2017.	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1:</b> Tarjeta individual de registro de las vacas del Establo Granados	108
<b>Anexo 2:</b> Base de datos del CDCB para el toro Fustead Emory Blitz con la información que fue recolectada	109
<b>Anexo 3:</b> Ejemplo de registro de toros nacionales de la Asociación Holstein del Perú.	110
<b>Anexo 4:</b> Distribución de la producción de leche a 305 días ajustada por estación y año de parto, además de los principales cambios que han sucedido en el Establo Granados durante 1999-2017.	111
<b>Anexo 5:</b> Valores genéticos para producción de leche (Kg) de hembras vivas del Establo Granados nacidas durante 2009-2017.	112
<b>Anexo 6:</b> Valores genéticos para producción de leche de los toros usados en el establo Granados nacidos durante 1972-2014	130
<b>Anexo 7:</b> Distribución de valores genéticos de toros según procedencia	136
<b>Anexo 8:</b> Media de los valores genéticos (Kg de leche) para toros utilizados en el establo Granados según su procedencia.	137
<b>Anexo 9:</b> Distribución de valores genéticos de toros según país de origen.	138
<b>Anexo 10:</b> Media de los valores genéticos (Kg de leche) para toros según su país de origen.	139
<b>Anexo 11:</b> Media de los VG de vacas y toros para la producción de leche por edad según año de nacimiento.	140

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar las tendencias genética y fenotípica para la producción de leche (PL) en vacas Holstein de un establo del valle de Huaura. Se utilizó el paquete estadístico ASREML, con el cual se definió el modelo operativo de mejor ajuste bajo los criterios de información Akaike y Bayesiano. Mediante el procedimiento máxima verosimilitud residual (REML), se estimaron la heredabilidad y repetibilidad, siendo los valores de  $0.16 \pm 0.03$  y  $0.28 \pm 0.025$ , respectivamente. Para la estimación de los valores genéticos (VG) se utilizó un BLUP–modelo animal de medidas repetidas considerando como efectos fijos al número de parto, año-estación de parto, edad al parto (como covariable lineal y cuadrática) y como efectos aleatorios el efecto genético aditivo, el ambiente permanente y el error. Se evaluó un total de 2590 animales hembras para el cálculo de los VG, y se utilizó 2862 lactaciones provenientes de 1457 vacas, estandarizadas a 305 días y dos ordeños para el periodo 1999–2017. Los VG para la PL de las vacas y hembras jóvenes que permanecen actualmente en el establo tienen una media de  $+200.9 \pm 16.1$  Kg y  $+148.7 \pm 9.7$  Kg con más del 70 por ciento de valores positivos. Se estimó una tendencia genética positiva para PL de  $+8.2 \pm 1.6$  Kg/año y una tendencia fenotípica positiva para PL de  $+294.3 \pm 24.9$  Kg/año. Se concluye que la PL ha experimentado un incremento debido principalmente a mejoras en el sistema de producción; además los VG de las hembras jóvenes sugieren que a futuro el establo puede incrementar la tendencia genética para PL.

**Palabras claves:** REML, Modelo animal, BLUP, valor genético, tendencia genética, tendencia fenotípica.

## ABSTRACT

The aim of this research was to determine the genetic and phenotypic trends for milk production (PL) in Holstein cows from a dairy farm in the Huaura valley. The statistical package ASREML was used, with which the best fit model operating under the Akaike information criteria and Bayesian was defined. By the residual maximum likelihood (REML) procedure, heritability and repeatability were estimated, with the values of  $0.16 \pm 0.03$  and  $0.28 \pm 0.025$ , respectively. To estimate the genetic values (GV) an animal BLUP-model with repeated measures was used considering as fixed effects the number of calving, year-season of calving, age at calving (as linear and quadratic covariate) and as random effects, the additive genetic effect, the permanent environment and the error. A total of 2590 female animals were evaluated for calculating VG; and 2862 lactations from 1457 cows, standardized at 305 days and two milking for the period 1999-2017 were used. VG for the PL of the cows and young females that currently remain in the dairy farm have an average of  $+200.9 \pm 16.1$  Kg and  $+148.7 \pm 9.7$  Kg with more than 70 percent of positive values. A positive genetic trend for PL  $+ 8.2 \pm 1.6$  kg / year and a positive phenotypic trend for PL  $+294.3 \pm 24.9$  kg / year were estimated. It is concluded that PL has experienced an increase mainly due to improvements in the production system; in addition, the VG of young females suggest that the dairy farm future can increase the genetic trend for PL.

**Key words:** REML, Animal model, BLUP, breeding value, genetic trend, phenotypic trend.

## I. INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los productos agropecuarios de mayor producción y valioso del mundo. Se produce y se consume básicamente en todos los países del mundo, y en la mayoría de ellos, se posiciona entre los primeros cinco productos agrícolas en términos de cantidad (FAO 2013). En el 2017, a nivel mundial se produjo un total de 849 334 000 litros de leche, siendo el 82 por ciento (696 453 880 litros) leche de vaca. La principal región productora de leche a nivel global es Asia con el 30.4 por ciento de la producción, seguida por la Unión Europea (23.8 por ciento), Norte y Centro América (18 por ciento), América del Sur (9.3 por ciento), y con menores aportes África, Oceanía y otras regiones de Europa (OCLA 2018).

En estos últimos años se observa que los niveles de producción de leche nacional se han incrementado, ya que, en el cuarto trimestre del año 2017, la producción de leche cruda de vaca fue de 481.4 mil toneladas, incremento que representa el 5 por ciento con relación a lo obtenido en el mismo período del año anterior (460.6 mil toneladas) debido a una mayor producción de los distintos departamentos. En el 2017, el Perú produjo 2 011 800 toneladas de leche de vaca, representando un incremento de 3 por ciento comparado al año 2016 (SIEA 2018).

Contreras *et al.* (2002) señalan que la producción de leche está influenciada por factores ambientales, fisiológicos y genéticos. Por lo que el aumento en los volúmenes de producción de leche se viene logrando gracias a la mejora de los factores que inciden en ella, como una nutrición eficiente, un mejor manejo, sanidad y mejoramiento genético. Sin embargo, según el diagnóstico de crianzas priorizadas para el Plan ganadero 2017 - 2021 en el aspecto de mejoramiento genético para lograr avances en este rubro se debe hacer un aprovechamiento eficiente de los animales de mayor valor genético.

Amorim (2006) indica que el factor genético es el único que se puede transmitir de padres a hijos, es así que el valor genético es la estimación más recomendable para la selección de animales como futuros reproductores. Estos valores genéticos se obtienen mediante la combinación de la información fenotípica individual con información genealógica (Eggen 2012). El comportamiento de estos valores medios por año define una tendencia genética, que ayudará a establecer la dirección genética futura del hato (Missanjo *et al.* 2012), por lo que es importante realizar un análisis de la tendencia fenotípica y genética del carácter deseado para conocer el comportamiento de los valores genéticos y fenotípicos a través del tiempo.

En nuestro país, las evaluaciones genéticas poblacionales para ganado Holstein se implementaron en el año 2016; dichas evaluaciones se harían cada seis meses con la finalidad de que esta información sea utilizada por los ganaderos para la mejora del ganado (Gutiérrez *et al.* 2016). En ese mismo año se hizo una evaluación con los animales de la cuenca lechera de Lima. Sin embargo, hasta la fecha, no hay información acerca de nuevas evaluaciones genéticas, por lo que es necesario que se realicen trabajos para que los establos conozcan el valor genético de sus animales, sobre todo aquellos que destacan en productividad lechera.

Esto sería beneficioso para nuestro país, ya que los establos podrían realizar una mejor selección de sus hembras reproductoras, además de proporcionar machos al Banco Nacional de Semen, mejorando así la calidad genética para la producción de leche.

El presente estudio tiene como objetivo general determinar la tendencia genética y fenotípica para la producción de leche en vacas Holstein de un establo del Valle de Huaura a partir de los valores genéticos obtenidos utilizando un BLUP-modelo animal de medidas repetidas durante el periodo 1999 al 2017. Además, como objetivos específicos estimar los parámetros de heredabilidad y repetibilidad, predecir los valores genéticos de todos los animales (machos y hembras) e identificar los mejores animales en base a los resultados obtenidos.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

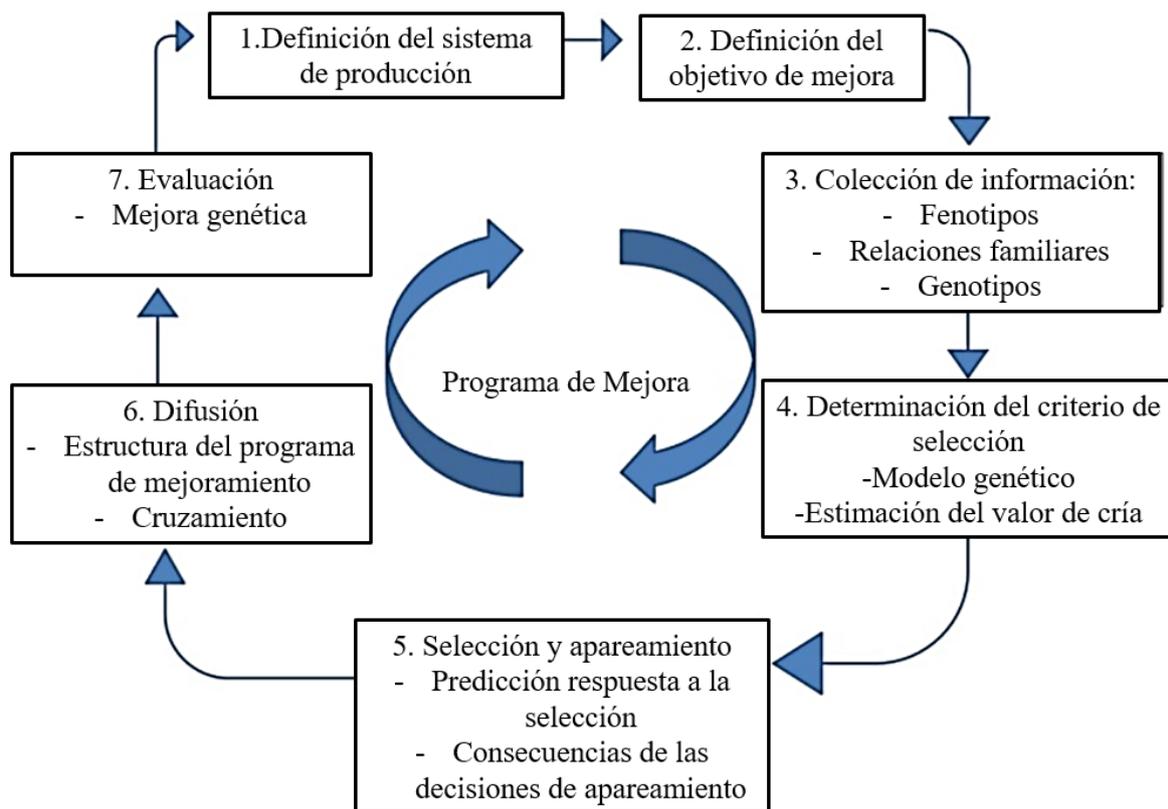
### **2.1. Mejoramiento genético de la producción de leche**

El mejoramiento de cualquier característica productiva se logra por dos vías, mejorando el ambiente de producción (alimentación, manejo, sanidad, instalaciones, etc.) o mejorando la capacidad genética de los animales para producir en un determinado ambiente.

Quispe y Alfonso (2018) señalan que el mejoramiento genético es el proceso por el cual se seleccionan los animales de más alto valor genético, para que estos sean los padres de la siguiente generación, de tal forma que el promedio del valor genético de la siguiente generación sea mayor al de la población de los padres. Entonces, el mejoramiento genético se realiza con el fin de aprovechar la variación genética existente en los distintos animales de una misma especie, para maximizar su valor.

Los criadores han mejorado las características de producción en sus rebaños mediante la selección de individuos superiores como progenitores para las próximas generaciones. Estos “valores genéticos ” se pueden predecir mediante la combinación de la información fenotípica del rendimiento individual con información genealógica. En los países desarrollados, los fenotipos y genealogías se han registrado para ciertas especies, tales como el ganado lechero, durante más de 100 años (Eggen 2012).

En la Figura 1 se puede apreciar que el mejoramiento genético comprende tener en cuenta siete pasos que comienzan definiendo lo que se quiere mejorar en la población, recopilar información sobre el desempeño de los animales y sus relaciones genéticas, determinar qué animales tienen el mejor potencial genético, seleccionar los animales, y después de la producción de la descendencia evaluar si lo que se propuso lograr con sus decisiones de selección ocurrieron realmente (Oldenbroek y Van der Waaij 2015).



**Figura 1:** Pasos de un Programa de mejoramiento animal.

Fuente: Adaptado de Oldenbroek y Van der Waaij (2015).

La mejora del ganado lechero ha dependido en gran medida de la utilización de la inseminación artificial (IA) para maximizar el impacto de los toros de élite a nivel mundial. Históricamente, las pruebas de progenie, o la caracterización de estos toros de IA mediante la medición y comparación del rendimiento de sus hijas, ha sido un paso crítico en la identificación de los mejores toros para su uso. Sin embargo, los sistemas de mejora genética tradicionales en el ganado lechero se han visto limitados por el tiempo requerido para lograr los resultados de la prueba de progenie (García *et al.* 2016).

Así mismo, el mejoramiento genético de los toros utilizados para la inseminación artificial está aumentando más rápidamente en comparación a una década atrás. El valor genético de las hembras de reemplazo también está aumentando más rápido; sin embargo, el retraso genético aumenta con la permanencia de las vacas más viejas del rebaño (De Vries 2017). En nuestro país, el mejoramiento genético es uno de los factores críticos para impulsar el desarrollo de la ganadería bovina. Sólo el 6.2 por ciento de Unidades Agropecuarias en las que se conduce ganado, aves u otros animales, se realiza algún tipo de práctica de

mejoramiento genético, sólo el 4 por ciento en el caso del grupo de productores de subsistencia y de 5 por ciento en los pequeños agricultores. Siendo la principal práctica de mejoramiento genético la utilización de sementales de raza y en segundo lugar a la utilización de inseminación artificial (MINAG 2017).

En el Perú el semen utilizado para realizar la inseminación artificial en el ganado vacuno puede ser de origen nacional o importado de diferentes países. Salinas (2014) evaluó la oferta de pajillas de semen bovino en el Perú durante el período 2009-2014, sus resultados muestran que el semen nacional representa el 24.4 por ciento (537 134 pajillas) y el semen importado el 75.6 por ciento (1 620 039 pajillas) del total de semen bovino ofertadas de las razas lecheras con mayor explotación en el país. Estados Unidos es considerado país líder en genética bovina lechera debido a sus avances en mejoramiento animal, seguido por Canadá, por ello EEUU representa el 64.4 por ciento del total de importaciones, seguido por Canadá con 22.1 por ciento, y el 14.5 por ciento restante corresponde a países de los tres continentes, de donde se importaron cantidades mínimas que oscilan entre 0.1 por ciento y 4.2 por ciento durante el período de estudio. Esto demuestra que en nuestro país hay una tendencia por usar toros provenientes de otros países, aunque el uso de toros nacionales ha ido aumentando en los últimos años, se deben reforzar las evaluaciones de estos animales para dar más confianza a los ganaderos en la utilización de reproductores propios del país.

Vilela (2014) señala que los aportes atribuidos por las cuatro rutas del progreso genético para vacunos de leche son:

- La selección de padres de toros; es decir, toros que serán padres de los toros jóvenes que pasarán a prueba de progenie, con un aporte del 44 por ciento.
- La selección de madre de toros; es decir, las mejores vacas que procrearán toros jóvenes para la prueba de progenie, con 31 por ciento.
- Padres de vacas; es decir, la elección de toros que serán padres de vacas en hatos que aportarán toros jóvenes, con 22 por ciento.
- Madres de vacas; es decir, la elección de las vacas que procrearán vaquillas de reemplazo, en hatos que aportan toros jóvenes, con 3 por ciento.

## 2.2. Evaluaciones genéticas en ganado lechero

El mejoramiento genético incluye procesos de evaluación genética y difusión del material genético seleccionado. Valencia (2003) menciona que la evaluación genética animal es el proceso por el cual se obtiene el valor genético predicho que tiene un animal para producir. Estos valores genéticos son calculados como desviaciones de la población en estudio para una o más características de importancia económica, por ejemplo, la producción de leche (Elzo y Vergara 2012).

Arango y Echeverri (2014) señalan que las evaluaciones genéticas son la principal herramienta para lograr el objetivo principal de cualquier criador, el cual consiste en mejorar la calidad genética de la próxima generación de su establo con cada ternero que nace.

Para Muñoz y Gonzáles (2016) el objetivo de una evaluación genética es obtener una medición confiable del potencial genético de los animales para identificar a los mejores individuos y seleccionarlos como reproductores para que transmitan a su descendencia los genes favorables para producción, o para descartar a los peores individuos.

Los métodos que han sido utilizados para la “detección” de los mejores genotipos se basan en la aproximación estimativa y/o predictiva. Es así que la metodología de modelos mixtos ha sido la principal herramienta estadística para la evaluación y la selección de animales domésticos tales como el vacuno durante más de 30 años (Martínez *et al.* 2012). Aunque las pruebas de progenie se han implementado desde hace casi 50 años, en los países en desarrollo son a menudo limitados por la falta de programas que registren fenotipos o programas nacionales de prueba para evaluar el valor genético (Eggen 2012).

La selección artificial en especies domésticas se ha basado durante siglos en los propios fenotipos de los animales. Durante el siglo XX, primero el uso del índice de selección, luego el mejor predictor lineal insesgado el cual se basa en un modelo lineal mixto que permite el uso de información sobre fenotipos de parientes para predecir los valores de cría de los candidatos a la selección (Boichard *et al.* 2016).

Actualmente, el CDCB (Council on Dairy Cattle Breeding) es responsable de las evaluaciones genéticas oficiales y predicciones genómicas en Estados Unidos, estas

evaluaciones se publican tres veces al año, en abril, agosto y diciembre. La información genealógica y de rendimiento son suministrados por organizaciones tales como las DHIA's (Dairy Herd Information Associations) al CDCB para ser incorporadas en los cálculos de la evaluación. Las evaluaciones genéticas para el tipo y producción se calculan utilizando procedimientos modelo animal para la estimación de habilidades de transmisión predichos (Holstein Foundation 2018).

El CDCB realiza las evaluaciones genéticas para características de: producción de leche en libras (lb), grasa y proteína (lb), porcentaje de grasa y proteína. Para ello utiliza los rendimientos de las primeras cinco lactancias estandarizados a 305 días. Los datos de producción son ajustados por efectos ambientales como la edad al parto, el número de parto, rebaños, temporada de parto, etc. Para la evaluación se emplea el BLUP - modelo animal con medidas repetidas con el cual se obtienen los valores genéticos simultáneamente para vacas y toros (CDCB 2018).

Para ayudar a ajustar el progreso genético y mantener las evaluaciones comparables a lo largo del tiempo, las evaluaciones utilizan una base genética que se actualiza cada cinco años como punto de referencia. Las HPTs (habilidades predichas de transmisión) promedio para todas las vacas nacidas en un año determinado sea igual a cero (Holstein Foundation, 2018).

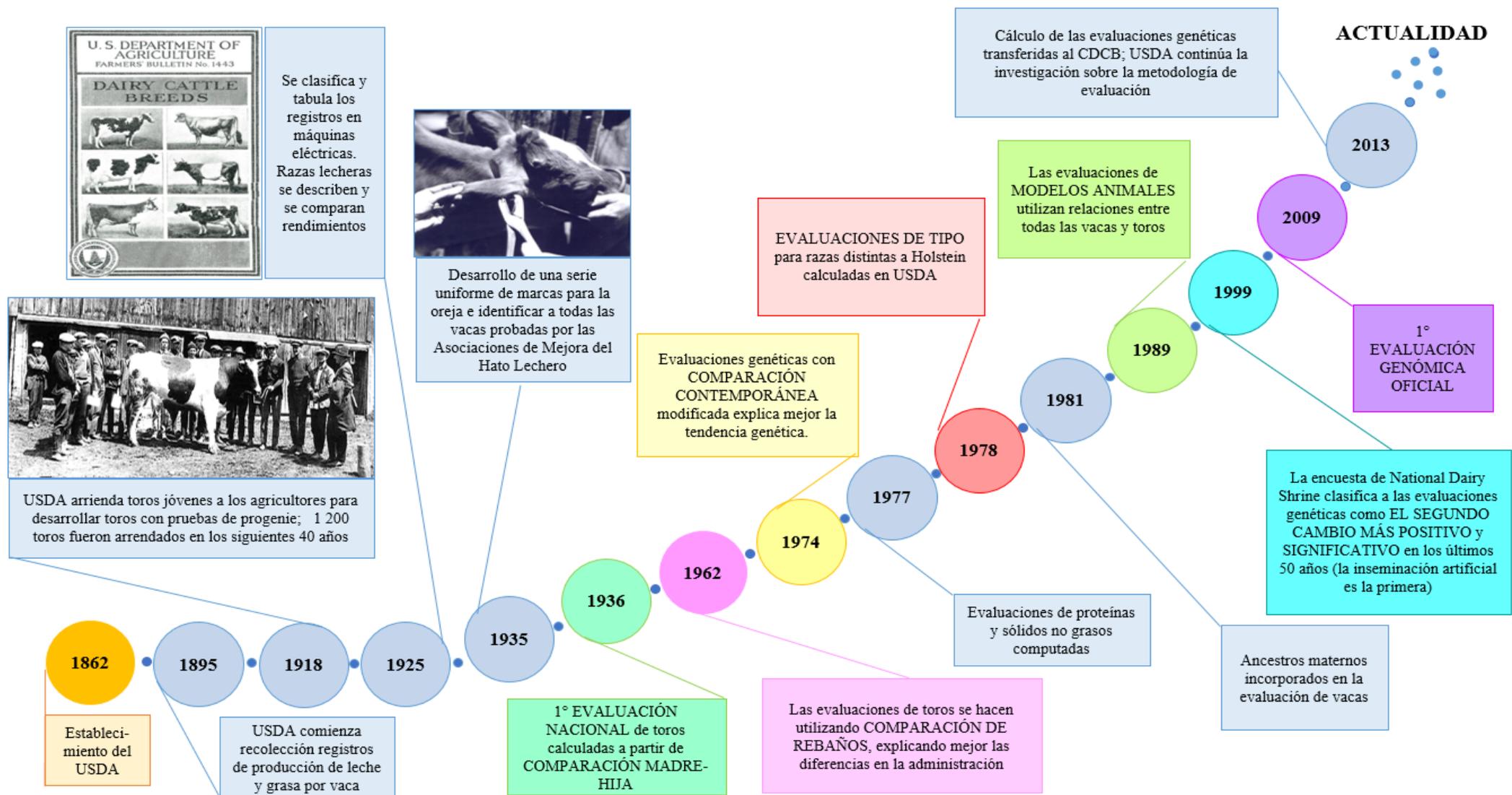
En nuestro país, el Banco Nacional de Semen (BNS) fue inaugurado en mayo 1982 y asumió un compromiso con la ganadería nacional, utilizando exclusivamente toros jóvenes de ganaderos del país (Pallette 2001). La evaluación y la selección de los toros jóvenes incluye aspectos como pedigrí, sanidad, reproducción y fundamentalmente su valor genético estimado para producción de leche. Sin embargo, otras características de salud y fertilidad no son incluidas en la evaluación. Además, la evaluación genética de estos toros se realiza sólo una vez, cuando el toro ingresa al Banco Nacional de Semen (Salinas 2014).

Vilela (2014) explica que los toros jóvenes nacionales al no tener hijas, poseen un valor genético para leche que se obtiene de forma diferente. Este se calcula mediante valores genéticos de los principales antecesores: padre, abuelo materno y madre, obteniéndose la habilidad de transmisión esperada (HTE). Además, los toros seleccionados como reproductores deben poseer un certificado de evaluación genética que es expedido por el

Servicio de Evaluaciones Genéticas del Programa de Investigación y Proyección Social de Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

La Figura 2 muestra los principales avances en las evaluaciones genéticas desde que se estableció el Departamento de Agricultura en USA en el año 1862 hasta la actualidad. En 1895 se comenzó con la recolección de registros de producción y la primera evaluación nacional de toros se realizó en 1936 en base a la comparación madre-hija; en 1974 con la finalidad de explicar mejor la tendencia genética se realizó la evaluación con comparación contemporánea y en 1982 se utilizaron las evaluaciones con modelos animales que incluyen las relaciones de parentesco. En abril de 2008, Estados Unidos lanzó su primera predicción genómica no oficial, y una evaluación oficial para las razas Holstein y Jersey que fueron publicadas en enero del 2009. La selección genómica fue adoptada rápidamente por la industria lechera de los EEUU y ha tenido un impacto positivo en un corto período de tiempo logrando que las tasas de ganancia genética por año aumentaran de 50 a 100 por ciento para los rasgos de rendimiento y de tres a cuatro veces para los rasgos de baja heredabilidad (García *et al.* 2016). Por ello, se ha incrementado el uso de nuevos marcadores en las predicciones, ya que incrementa hasta en 2.7 puntos porcentuales la fiabilidad de las estimaciones (CRI 2018).

Entonces, han sucedido grandes avances en las evaluaciones genéticas y aunque en un inicio se pensó que las tecnologías moleculares y su uso en las predicciones de mérito genético reemplazarían a las evaluaciones genéticas, se reconoce que usando ambas conjuntamente se obtiene una herramienta de selección más fiable para los productores. (Bullock y Pollak 2009)



**Figura 2:** Línea de tiempo de las evaluaciones genéticas en ganado lechero de Estados Unidos desde 1862 hasta 2013.

Fuente: Información publicada por el USDA (2017).

## **2.3. Conceptos básicos sobre evaluación genética**

### **2.3.1 Fenotipo y genotipo**

Falconer y Mackay (1996) mencionan que el valor observado cuando se mide la característica de un individuo es el valor fenotípico de dicho individuo. El fenotipo es la expresión de un carácter determinado, resultado de su genotipo, expresado según el medio ambiente en que actúa el individuo (Cardellino y Rovira 1993) ya que el genotipo no es observable ni medible en sí mismo, es reconocido a través del fenotipo (Quijano y Echeverry 2015).

El análisis de las propiedades genéticas de una población se logra dividiendo el valor fenotípico en distintas componentes, uno atribuible a las influencias del genotipo; es decir al conjunto de genes que posee del individuo. El otro componente es atribuible a las influencias ambientales o causas no genéticas (Falconer y Mackay 1996; Mrode 2005; Quijano y Echeverry 2015).

El genotipo es el conjunto particular de los genes que un individuo posee (Falconer y Mackay 1996). Cardellino y Rovira (1993); Falconer y Mackay (1996); Gutiérrez (2010); Quijano y Echeverry (2015); señalan que el genotipo puede dividirse en tres componentes:

- Valor genético aditivo (A): Definido como la suma del efecto de todos los alelos presentes en todos los loci que participan en la característica. En términos generales la variación aditiva es la más importante para la selección animal ya que es la única que se hereda.
- Interacción de dominancia (D): Surge de la propiedad de dominancia entre los alelos de un mismo locus, es decir de la interacción entre ellos.
- Interacción de epistasia (I): Es originada por la influencia que un alelo de un locus ejerce sobre otro locus diferente, es decir la interacción de alelos de diferentes locus.

El ambiente es el conjunto de factores climáticos y de manejo que dan la oportunidad para que se exprese el genotipo. Los factores medio-ambientales (alimentación, sanidad, etc.) son de rápida aplicación sobre el individuo, pero no son transmisibles (Pallete 2001).

Por lo tanto, cuando se cría ganado y se trabaja para lograr un progreso genético, es importante comprender que el rendimiento de un animal no está determinado únicamente

por su composición genética. El entorno donde se cría y vive un animal tiene gran influencia en los caracteres cuantitativos como la producción de leche (Holstein Foundation 2018).

Entonces se define el siguiente modelo básico:

$$P = G + E$$

Donde:

P = Observaciones fenotípicas

G= Efectos genéticos

E= Efectos medioambientales.

En un programa de mejoramiento genético, un aspecto importante es seleccionar a los mejores animales. Si no existiera variación entre los individuos de una población, esto sería difícil. Gutiérrez (2010) indica que la varianza es el material de trabajo de las valoraciones genéticas. Así, los componentes del valor fenotípico (efectos genéticos y ambientales) pueden expresarse en términos de varianza.

La varianza genotípica puede descomponerse a su vez en: varianza genética aditiva (valor de cría), varianza genética de dominancia y varianza genética debido a la epistasis. La importancia de conocer estos componentes de varianza radica en el cálculo de uno de los parámetros genéticos (heredabilidad) los cuales serán detallados más adelante.

Según Quijano y Echeverry (2015) el valor genético aditivo es el componente genético más importante por las siguientes razones:

- Es aquel componente genético se transmite de progenitor a progenie.
- Es la causa principal del parecido entre parientes.
- Determina las propiedades genéticas de las poblaciones.
- Es la causa de la respuesta a la selección.
- Se puede predecir a través de las observaciones hechas en la población.

Para Holstein Foundation (2018), la variación ambiental es el término usado para describir la diferencia en el rendimiento de los animales que es causada por los efectos ambientales. Quijano y Echeverry (2015) señalan como componentes de la varianza ambiental:

- Varianza ambiental temporal: mide la varianza dentro de individuos, es decir las diferencias ambientales temporales en un mismo individuo y es la que hace que los registros sean diferentes, afectan a los registros en diferente forma e intensidad.
- Varianza ambiental permanente: mide la varianza entre individuos, es decir es causada por circunstancias que afectan al individuo de forma permanente y por lo tanto es la que hace que los registros de un mismo animal sean semejantes, así cuando se registra más de una observación sobre una característica y sobre un mismo animal, una parte de la varianza ambiental es permanente, de tal forma que afecta a todas las medidas durante toda la vida del animal.

### **2.3.2 Valor de cría y habilidad predicha de transmisión (HPT)**

En inglés *Breeding value*, es el valor genético real de un animal, también es llamado valor reproductivo y se refiere únicamente al valor genético aditivo, el cual nunca llega a ser conocido, pero es predicho con mayor o menor precisión de acuerdo a la información disponible (Calderón, 2016). Estos valores genéticos constituyen el principal componente de interés ya que permiten identificar a aquellos animales que son genéticamente superiores, para que sean utilizados como padres de la siguiente generación (Valencia 2003).

Oldenbroek y Van der Waaiji (2015) definen al verdadero valor de cría como el potencial genético de un animal a un rasgo específico. Mientras que, Cardellino y Rovira, 1993; Visscher *et al.* 2008 definen al valor de cría como la suma de todos los efectos promedio de los genes de los padres que dan lugar al valor genotípico medio de su progenie.

Pallete (2001) menciona que el valor genético es la habilidad con que nace un animal para producir leche en caso de ganado lechero. La mejora genética toma su tiempo, pero tiene la gran ventaja que se transmite de padres a hijos, o sea de generación tras generación.

Según, Galeano (2010) los resultados de las evaluaciones genéticas, se presentan como las predicciones de los valores genéticos de los individuos con respecto a la población en estudio (diferencia predicha ó valor genético estimado). Estos valores de cría predichos se expresan como una unidad de medida y se publican con un valor de fiabilidad (%). Los valores de cría pueden cambiar anualmente a medida que se analiza nueva información (Ryan 2016).

Dairy Australia (2018) señala que cuando se crían vacas, generalmente son los toros los que se destacan. Sin embargo, la información genética para las vacas también es útil. Se usan los valores de cría de las vacas para:

- Monitorear el progreso genético del rebaño.
- Identificar a los animales para criar.
- Identificar las hembras jóvenes para la venta (si hay reemplazos en exceso disponibles).

La habilidad predicha de transmisión (HPT), en inglés *Predicted Transmitting Ability*, es la mitad del valor genético aditivo de los individuos, el cual es la diferencia que se espera tendrán sus hijos en promedio con respecto a la población evaluada (Elzo y Vergara 2012). Se considera que cuando el reproductor evaluado genera descendencia, únicamente contribuye con la mitad de ese valor genético a la siguiente generación; por lo que se estima que la mitad de su valor genético será la diferencia que se espera encontrar en sus hijos, lo cual es conocido en ganado de carne como diferencia esperada de progenie (DEP), y en ganado de leche como HPT o habilidad predicha de transmisión (Ruales *et al.* 2007).

Las habilidades transmisoras predichas son una estimación de superioridad genética (o inferioridad) que un toro o una vaca transmitirán a su descendencia para un rasgo dado y se expresan en las mismas unidades que los rasgos de producción. (Holstein Foundation, 2018). Según Gasque (2008) la HPT tiene dos propósitos:

- Calificar a los animales por su mérito genético
- Estimar las diferencias genéticas entre animales

Sabemos que cada descendiente recibe una mitad de los genes del padre y la otra mitad de la madre, como un padre no transmite el mismo conjunto de genes a todos sus descendientes, existen diferencias significativas entre los hermanos medios y completos. Por lo tanto, se deben seleccionar animales según el mérito genético en lugar del rendimiento o rasgos observados (Braunvieh Schweiz 2012). Para lograr ello se debe contar con una buena información sobre la genética del animal, para así poder tomar mejores decisiones de selección y, mejorar el rebaño (y las ganancias) más rápido (Ryan 2016).

## **2.4. El modelo operacional**

Lo que se busca con los modelos de evaluación genética es explicar los registros productivos en términos de factores ambientales no controlados (de carácter fijo), factores aleatorios genéticos y factores aleatorios ambientales que afecten una característica. Sin embargo, en los modelos de evaluación siempre existirá una porción aleatoria (los efectos ambientales) que no será posible identificar, denominada residuo (Elzo y Vergara 2012).

Quispe y Alfonso (2018) mencionan tres tipos de modelos: modelo verdadero, ideal y operacional.

El modelo verdadero es aquel que describe perfectamente la realidad, conocer este modelo resulta imposible, y que sólo se tiene ideas sobre este. El modelo ideal es formulado por el investigador para intentar buscar una aproximación máxima al modelo verdadero.

Finalmente, los modelos operaciones son las simplificaciones de los modelos ideales. Son aquellos que serán utilizados en la práctica. En estos modelos ya no se encuentran todos los factores que influyen en la variabilidad de la característica, sino que sólo estarán aquellos de los cuales se ha registrado información y tengan una mayor influencia sobre los datos (Gutiérrez 2010).

En mejora genética animal, se utilizan estos modelos que son más parecidos a los ideales a medida que se dispone de mayor información de la realidad, así como herramientas computacionales y de cálculo más potentes (Quispe y Alfonso 2018).

### **2.4.1 El modelo lineal mixto**

Gutiérrez (2010) señala que es un tipo de modelo operacional, que producen extraordinarios ajustes de la variabilidad de los datos y que además son sencillos de utilizar. Entonces, en un modelo lineal se expresa un dato como una función lineal de efectos, es decir, la suma de los efectos y en ciertas ocasiones multiplicados por algún factor.

El modelo lineal mixto es aquel que incluye efectos fijos y aleatorios. Estos son los modelos utilizados en mejora genética animal y permiten analizar tanto efectos fijos como aleatorios y relacionarlos con la variable respuesta (Agudelo *et al.* 2007).

Cayuela (2014) menciona que los modelos mixtos son usados cuando los datos tienen algún tipo de estructura jerárquica o de agrupación como los diseños de medidas repetidas, permiten tener coeficientes fijos (aquellos cuyos niveles son de interés para el experimentador) y aleatorios (aquellos cuyos niveles son sólo una realización de todos los posibles niveles procedentes de una población) y el error. Pueden ser una herramienta muy útil, pero son potencialmente difíciles de comprender y aplicar.

#### **2.4.2 Criterios para la selección de modelos**

Agudelo *et al.* (2007) señalan que, al aplicar varios modelos de ajuste a una misma base de datos, es necesario decidir cuál de todos es el que mejor ajusta y que, además pueda ser empleado para pronosticar resultados en los sistemas de producción. Existe una serie de pruebas que pueden aplicarse a los modelos y ser usadas como herramienta de apoyo para decidir el modelo de mejor ajuste.

Gómez *et al.* (2012) menciona que existen diversos criterios para determinar la bondad de ajuste del modelo elegido durante el proceso de modelado en el análisis de medidas repetidas. Especialmente, el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Bayesiano (BIC), los cuales se hallan implementados en la mayor parte de los programas que ajustan modelos mixtos y son funciones del logaritmo de la verosimilitud ( $\log L$ ) y un término de ajuste basado en el número de parámetros del modelo ( $s$ ). Vargas (2017) menciona que AIC y BIC son calculados para cada modelo y se prefiere el modelo con valores más pequeños de estos indicadores y están dados por:

$$\text{AIC} = -2\loglik + 2n_{\text{par}}$$
$$\text{BIC} = -2\loglik + n_{\text{par}} + \log(N)$$

Donde  $n_{\text{par}}$  es el número de parámetros del modelo y  $N$  es el número total de observaciones que se usaron en el modelo.

En las salidas de los programas de análisis estadístico aparece el término Log-likelihood o *loglik*, que es el logaritmo de la verosimilitud. Al tratarse de productos de probabilidades la función de verosimilitud será siempre menor que 1 y por tanto su logaritmo es negativo, en la práctica para eliminar el signo negativo del *loglik* se multiplica por -2 (Agudelo *et al.* 2007).

## 2.5. Efectos

La mayor parte de las características de importancia económica en el ganado lechero, son cuantitativas o métricas, las cuales se caracterizan porque están determinadas por muchos pares de genes (Ochoa 1991) y además la expresión fenotípica de la característica, depende de factores genéticos y ambientales (M'hamdi *et al.* 2012); estos dos efectos se combinan para causar que el fenotipo de estas características, presente variación continua, tal es el caso de la producción de leche.

Quispe y Alfonso (2018) señalan que las observaciones de una característica, son un conjunto de efectos causados por diversos factores, estos nos ayudan a explicar la realidad. Mientras que Gutiérrez (2010) afirma que los factores y efectos son tratados como sinónimos, y que son causas de variabilidad que han sido identificadas y que serán incluidas en el modelo como parte de la explicación de la variabilidad de un carácter.

Vélez de Villa (2013) señala que existen dos grupos de efectos que inciden en la producción de la leche: los efectos genéticos y no genéticos. Los efectos de la herencia o genéticos están determinados por la información genética con que nacen los animales, la capacidad lechera del animal es heredable no sólo por las hembras sino también por los machos, es así que se puede mejorar o empeorar la cantidad total como la calidad dependiendo de los animales que utilicemos como reproductores. Dentro de los no genéticos se tiene los de orden fisiológico, ambiental y nutricional que pueden encubrir el verdadero potencial genético del animal. Por lo tanto, para tener un mayor control ambiental y deducir los valores genéticos con mayor precisión, es importante que algunos factores ambientales que tienen efecto

directamente en la producción de leche, sean controlados utilizando un ajuste para quitar la influencia que tienen sobre el desempeño de los animales (Cerón *et al.* 2003).

El mismo autor indica que los principales efectos ambientales que pueden ser controlados como factores de ajuste para la producción de leche pueden ser causados por el manejo o nivel de producción de las haciendas (duración y frecuencia de ordeño, el sistema de alimentación, el sistema de ordeño, entre otros), los efectos causados por el ciclo de vida del animal (la edad y el número de partos de la vaca) y otras características de desempeño de la vaca (duración del periodo seco anterior al parto, duración del periodo parto concepción, días en lactancia). En 1985, la American Dairy Science Association de Estados Unidos, recomendó la estandarización de los registros a un periodo fijo de 305 días. De esta manera desarrollaron factores para proyectar las lactancias incompletas o que sobrepasan los 305 días (Valencia 2009; Cho *et al.* 2004).

Gutiérrez (2010) indica que al ajustar un efecto fijo con distintos niveles se está asumiendo que hay una diferencia real única fija entre los niveles del efecto. Por lo tanto, el modelo realiza una estimación de estas diferencias, por lo que cada nivel debe tener suficiente cantidad de datos necesarios para estimar una media.

### **2.5.1 Efectos fijos**

Un efecto es considerado como fijo si sus niveles han sido arbitrariamente determinados por el investigador (Balzarini *et al.* 2004). Además, como lo indica Gutiérrez (2010) los factores fijos son aquellos que presentan pocos niveles (clases o categorías), y estos están contemplados en nuestros datos. El pertenecer a una de las categorías del efecto representa una diferencia fija con respecto a los otros niveles del efecto.

Además, Gutiérrez (2010) afirma que los factores fijos pueden ser covariables, donde la relación de la variable respuesta y el efecto fijo es proporcional. Los factores fijos discontinuos agrupan a las observaciones en clases de manera que una observación puede pertenecer a una clase u otra. Para los efectos fijos se asume que existe un verdadero valor del efecto que siempre será desconocido pero que se desea ESTIMAR.

A continuación, se describen los principales factores que influyen sobre la producción de leche:

### **a) Año de parto**

Gutiérrez (2010) menciona que el año de parto es el primer efecto fijo que ajusta las diferencias en el rendimiento que se dan en distinta época del año y pretende ajustar las tendencias en el rendimiento que no son de origen genético.

Pérez y Gómez (2005) indican que las variaciones en la producción lechera debidas al efecto año de parto normalmente son asociadas a variaciones climáticas ambientales y de manejo y condiciones de alimentación de un año a otro, además de cambios en el tamaño del rebaño, la edad de los animales y las buenas prácticas de gestión introducidos del año a otra (M'hamdi *et al.* 2012).

Además, Osorio y Segura (2005) afirman que el año de parto es una fuente de variación que debe ser considerados en el modelo estadístico para remover los efectos de esta fuente de variación, y obtener estimadores más precisos de los factores de interés.

### **b) Estación de parto**

Para Gutiérrez (2010) es el segundo efecto que ajusta las diferencias temporales. En vacas lecheras, para que estas puedan expresar su potencial productivo, deben lograr un máximo consumo de materia seca. Por lo que el momento del parto afecta no solo la forma de la curva de lactancia, sino también la cantidad de leche producida, esto debido a las variaciones estacionales de los elementos climáticos: temperatura, humedad, viento, radiación, lluvia y altitud influyen en el consumo de alimento (Vélez de Villa 2013).

Por ejemplo, los partos en verano, estación de estrés calórico para el animal índice de temperatura – humedad (ITH) mayores a 72, tienen un efecto negativo sobre la producción de leche hasta un 25 a 30% menos (Góngora y Hernández 2010). La relación entre la estación de parto y el rendimiento de pico puede ser el resultado de aumento de la temperatura y la disminución de forraje, especialmente en el verano (Tekerli *et al.* 2000). Bormann *et al.* (2002) en su investigación demostró que la mayor diferencia en la etapa de lactancia debido a los efectos de la época de parto se produjo en el pico (30 a 70 días en leche). Por su parte Muroya (2005) sugiere que esta disminución en la producción es debida principalmente a la reducción del consumo de alimentos que ingiere la vaca para producir menos calor interno.

Vélez de Villa (2013) afirma que los efectos del clima sobre la producción animal son directos porque afectan las necesidades energéticas de los animales e indirectos dado que influyen sobre la disponibilidad de forraje. Además, el efecto de la época al parto varía de una región a otra, según varían las condiciones de clima y producción de forraje.

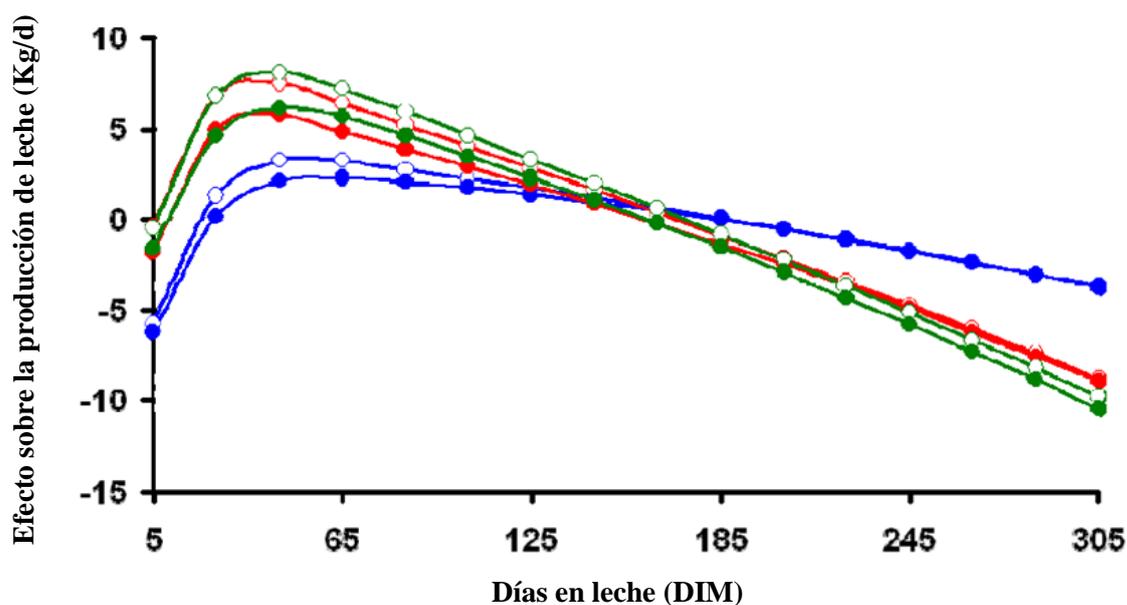
### **c) Número de parto**

El desarrollo mamario es el principal determinante en la capacidad de producción de leche, siendo el número de células de los alvéolos mamarios el factor que influye directamente en la misma (Husvéth 2011). El tejido secretor de leche en animales primíparas tarda más en alcanzar su pico de actividad que en las multíparas (Rao y Sundaresan 1979). Gutiérrez (2010) afirma que este efecto tiene dos componentes, la edad del animal y el número de parto en sí mismo. Los modelos pueden incluir ambos efectos, el número de parto se emplea como un efecto fijo discontinuo con cuatro a cinco niveles. Mientras que la edad del animal se utiliza como efecto fijo continuo (covariable).

Osorio y Segura (2005) afirman que el efecto del número de parto sobre el inicio y pico de producción de leche se puede atribuir a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche. Se estima que la vaca en su primera lactancia produce alrededor del 70 al 75 por ciento, en la segunda 90 por ciento y en la tercera 95 por ciento, a partir de este parto alcanza el 100 por ciento de su rendimiento (Palaquibay 2003).

Olivera (2001) afirma que los porcentajes de incremento en la producción pueden variar de un establo a otro, de una cuenca lechera a otra, de un nivel de producción a otro, de una calidad genética a otra, pero lo que es un hecho cierto e incuestionable, es que la producción aumenta conforme aumentan los partos.

En su investigación, Bormann *et al.* (2002) indican que las curvas de paridad de primer alcanzaron su punto máximo más bajo, pero eran más persistentes que las curvas de las paridades de segundo y posteriores. La mayor persistencia para las vacas primera paridad probablemente es el resultado de rendimientos máximos (en el pico) más bajos y de la maduración de crecimiento durante la primera lactancia (Figura 3).



**Figura 3:** Efecto de los días en leche (DIM) en Wisconsin en el día de prueba en Holstein con la producción de leche ajustada para la edad de parto, época de parto, la frecuencia de ordeño, y EBV por paridad: paridad 1, estación 1 ( ● ); paridad 1, estación 2 ( ○ ); paridad 2, estación 1 ( ● ); paridad 2, estación 2 ( ○ ); paridad 3, estación 1 ( ● ); y paridad 3, estación ( ○ ).

Fuente: Bormann *et al.* (2002).

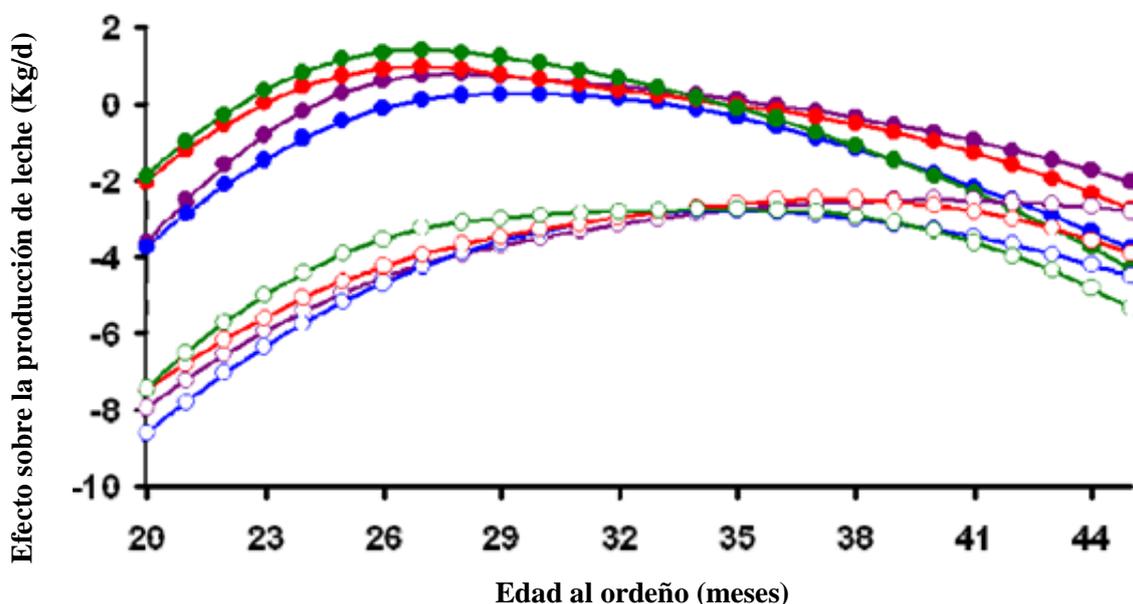
#### d) Edad al parto

Para Holmes (1984) La diferencia en la producción y en la curva de lactancia puede deberse a que las vacas de mayor edad tienen más tejido secretor que las vaquillas, como consecuencia de los efectos a largo plazo del tejido secretor glandular mamario.

Las vaquillas que paren a los dos años de edad continúan creciendo y parte de los alimentos son destinados para ello. En vacas de mayor edad, una mayor cantidad de los nutrientes son destinados para la producción de leche, ya que tienen un mayor consumo, además que ya alcanzaron la madurez fisiológica. Ochoa (1991) indica que una vaca de 2, 3, 4, 5 años producen 30, 20, 10 y 5 por ciento menos en comparación con una de seis años; ya que la vaca produce más leche conforme aumenta la edad, alcanzando su madurez a los seis años.

La estandarización elimina los errores al comparar la producción entre animales de diferentes edades, ya que la producción de leche aumenta con la edad y número de partos hasta la madurez, luego disminuye ligeramente. Sin embargo, la edad adulta puede variar con el manejo del establo, factores ambientales y por la raza (Valencia 2009). La finalidad de la corrección para edad, es ajustar el registro de producción de una vaca, a la producción que se espera alcance al ser adulta (Ochoa 1991).

En un estudio realizado por Bormann *et al.* (2002), comprobaron los efectos de la edad en el momento del ordeño sobre los rendimientos productivos del día de prueba de vacas Holstein de primera lactancia. Para ello compararon datos ajustados y sin ajustar. Con los datos no ajustados, los efectos en el rendimiento aumentan con la edad como se esperaba, y para los datos ajustados, el efecto se redujo ligeramente con la edad. Además, los mayores rendimientos durante la lactancia temprana se ven afectados más que los rendimientos bajos durante las etapas posteriores de lactancia por el mismo factor multiplicativo. En posteriores lactancias, el efecto de la edad fue menor. Por lo que incluir la edad de ordeño en el modelo es útil para mejorar la precisión de las estimaciones de otros efectos (Figura 4).



**Figura 4:** Efecto de la edad en el momento del ordeño en la prueba de días de la producción de leche de vacas Holstein primera lactancia basados en datos ajustados por edad al parto, época de parto, la frecuencia de ordeño, y EBV de California (●), Pensilvania (●), Texas (●), y Wisconsin (●) y los datos no ajustados desde California (○), Pensilvania (○), Texas (○), y Wisconsin (○).

Fuente: Bormann *et al.* (2002)

## 2.5.2 Efectos aleatorios

Se trata como efecto aleatorio si los niveles en el estudio pueden ser considerados como una muestra aleatoria de una población de niveles para el factor, es decir existe una distribución de probabilidad asociada. (Balzarini *et al.* 2004).

Gutiérrez (2010) define como efectos aleatorios a aquellos que presentan muchos niveles (asumiendo conceptualmente que existen infinitos), y que nuestros datos solo son una muestra de los mismos. Un ejemplo, es el valor genético o efecto genético aditivo que pueden tener infinitas clases o niveles. En nuestros datos no están representados todos los infinitos animales posibles, sino que solo se escogen a algunos.

## 2.6. El mejor predictor lineal insesgado (BLUP)

Gutiérrez (2010) señala que para los efectos aleatorios se asume que no existe un valor verdadero del efecto sino una distribución con media y varianza, por lo que no se desea conocer su verdadero valor sino PREDECIR.

Boichard *et al.* (2016) menciona que la selección artificial en especies domésticas se ha basado durante siglos en los propios fenotipos de los animales. Durante el siglo XX, primero la teoría del índice de selección, luego el BLUP, que es un enfoque más sofisticado que se basa en un modelo lineal mixto que permite el uso de información sobre fenotipos de parientes para predecir los valores de cría de los candidatos a la selección.

Aranguren y Román (2014) menciona que el Dr. Henderson dedicó su carrera a investigar el problema de la estimación de los efectos fijos, al cual llamó el “Mejor Estimador Lineal Insesgado” (BLUE) y a la predicción de los efectos aleatorios, a la cual llamó “Mejor Predicción Lineal Insesgado” BLUP), bajo un modelo mixto. Según Muñoz y González (2016) este tipo de modelo es el más utilizado, gracias a sus bondades estadísticas. Según Gutiérrez (2010) las propiedades del BLUP son:

- **B** (Best): debe ser el MEJOR, es decir tener el mínimo error de predicción.
- **L** (Linear): debe ser LINEAR, debe poder obtenerse como la combinación lineal de los datos.

- **U (Unbiased):** Debe ser INSESGADO, es decir los valores esperados del predictor debe coincidir con el valor que se desea predecir (valor de cría). Esto se logra utilizando los estimadores de efectos fijos, por lo que se resuelven conjuntamente con los efectos aleatorios, de manera que unos son tomados en cuenta al resolver los otros. Además, Quispe y Alfonso (2018) indican que con esta propiedad se evita que algunos animales sean sobrevalorados o infravalorados por razones no genéticas.

Las propiedades son similares para los estimadores de efectos fijos (BLUE).

Quispe y Alfonso (2018) señalan que interesa disponer de estimadores suficientes, que sean aplicables a modelos mixtos desequilibrados y tengan en cuenta la selección de los datos. De los diferentes métodos de estimación desarrollados en estadística se puede mencionar: ANOVA, los métodos de Henderson I, II y III, máxima verosimilitud (ML), máxima verosimilitud restringida (Restricted Maximum Likelihood).

Los predictores del mérito genético se obtienen, primero estimando los parámetros de dispersión a través del REML, posteriormente estas estimaciones son utilizadas para obtener las soluciones BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) y BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) de los efectos fijo y aleatorios respectivamente (Jara y Barria, 1999).

Para Walsh (2013), el modelo mixto ofrece una plataforma ideal tanto para estimar las varianzas genéticas (con REML) como para predecir los valores de cría de los individuos (mediante BLUP).

Tanto la predicción de valores genéticos como los métodos de selección dependen esencialmente de estimaciones verdaderas de componentes de varianza, por ello, Patterson y Thompson en 1971 desarrollaron el método de máxima verosimilitud restringida (REML) para la estimación de componentes de varianza sin sesgo, y, tal como el método de máxima verosimilitud (ML), acepta solo valores positivos de las varianzas (Mora, 2006).

Es así que se han desarrollado métodos basados en el análisis de la genealogía, que nos permiten evaluar simultáneamente a los machos y a las hembras, obteniéndose estimas de valores genéticos de todos los individuos referidos a la misma base de comparación (Rodríguez, 2004).

## 2.7. El modelo animal de medidas repetidas

En la década del 50, el Dr. Henderson y sus colaboradores de la Universidad de Cornell de Estados Unidos, sentaron las bases y delinearon los modelos genéticos que en la década del 70 permitió, a través de pruebas de progenie en machos y pruebas de performance en hembras, efectuar los cálculos del valor genético para producción de leche de toros y vacas, con el llamado “Modelo Animal” (Pallete 2001).

El modelo animal es una herramienta poderosa para la selección genética y se ha aplicado en la mayoría de especies domésticas incluso en plantas. Esto gracias a que actualmente existen diversos Software o paquetes computacionales que permiten su utilización y comprueban su efectividad. Además, porque tiene en cuenta el cambio en la varianza genética producida como consecuencia de la selección y de la consanguinidad, y los valores fenotípicos son corregidos por los verdaderos valores de los efectos medio ambientales (Quijano y Montoya 1998).

Martínez *et al.* (2012) mencionan que se puede ver al modelo animal como una familia de diferentes modelos estadísticos utilizados para la predicción del mérito genético de los animales en una población, estimación del progreso genético y de componentes de varianza que varían según la estructura de los datos y de los efectos genéticos considerados.

La información propia del animal, sus antepasados, y su progenie se incorporan todos, con todas las relaciones conocidas entre los animales que están siendo considerados. En una evaluación del modelo animal, todos los familiares identificados de un animal afectan la evaluación de ese animal. Además, cada animal influye en las evaluaciones de sus parientes. Naturalmente, la cantidad de influencia depende de cómo de cerca los animales están relacionados; hijas, hijos y padres tienen un mayor impacto en la evaluación de un animal que lo hacen los abuelos, primos u otros animales más alejadas (Holstein Foundation 2018).

Henderson (1988) indica que un modelo animal puede contar de medidas repetidas, múltiples características, efectos genéticos no aditivos, efectos maternos y en adición un número de efectos ambientales, ambos fijos y aleatorios. Es así que las diferentes posibilidades muestran los tipos de modelos animales que se pueden encontrar:

- Única medida, una sola característica y efectos genéticos aditivos.
- Medidas repetidas, una sola característica, efectos genéticos aditivos.
- Múltiples características, una sola medida por característica y sólo con efectos genéticos aditivos.
- Única medida, una sola característica, efectos genéticos maternos directos y maternos, entre otros.

Este modelo animal de medidas repetidas también es llamado modelo de repetibilidad o modelo de ambiente permanente (Gutiérrez 2010) y es aplicado cuando el carácter a evaluar se mide varias veces en un individuo, un típico carácter en el que se ajusta este modelo es la producción de leche en lactaciones sucesivas (Muñoz y Gonzáles 2016).

Tal como lo señalan, Quijano y Montoya (1998), los rendimientos de un mismo animal tienden a parecerse y a ser mucho más parecidos que lo que supuestamente indica la heredabilidad. Esto, según Biochard *et al.* (1992) se explica por la presencia de un efecto propio del animal, no transmisible a sus descendientes pero que afecta todos sus registros durante el resto de su vida. Este efecto llamado "Efecto del ambiente permanente" debe ser integrado en el modelo.

Gutiérrez (2010) define al ambiente permanente como la parte no genética de un individuo que se repite en todos sus registros, por lo que un individuo aportará a todos sus datos dos efectos, su valor genético y su ambiente permanente. Quispe y Alfonso (2018) proponen ejemplos de modelos con repetibilidad a caracteres como:

- Los referentes a producción de fibra referente a finura, medulación, densidad folicular, en alpacas, llamas y vicuñas.
- Los referentes a lactaciones en ovinos, caprinos, vacunos.
- Los referentes a la puesta de huevo.

Este modelo tiene la siguiente ecuación:

$$Y = X\beta + Zu + Wp + e$$

Dónde:

Y= El vector de observaciones (producción de leche)

$\beta$ = El vector con los efectos fijos

u= El vector con los efectos aleatorios

p= El vector de efectos permanentes

X= La matriz de incidencia de los efectos fijos, asociando registros con efectos fijos

Z= La matriz de incidencia de los efectos aleatorios

W= Matriz de incidencia de medidas repetidas.

### 2.7.1 Ecuaciones del modelo mixto (EMM)

Consisten de un gran conjunto de ecuaciones simultáneas, las cuales se solucionan para dar estimadores de los efectos fijos (entorno) y aleatorios (genética) que influyen en la expresión de una característica determinada. Las EMM para el modelo animal de medidas repetidas pueden ser representadas en forma matricial como:

Las ecuaciones del modelo mixto EMM, en forma matricial:

$$\begin{pmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \\ \hat{p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'Y \\ Z'Y \\ W'Y \end{pmatrix}$$

Dónde:

A= Matriz de coeficientes de relación de parentesco

$$\alpha_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_u^2} = \frac{(1-r)}{h^2} \quad ; \quad \alpha_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{ep}^2} = \frac{(1-r)}{(r-h^2)}$$

r y h<sup>2</sup> son repetibilidad y heredabilidad;  $\sigma_{ep}^2$  es la varianza ambiental permanente.

La matriz  $X'X$  contiene el número de observaciones asociado con la media y cada uno de los niveles de los efectos fijos, si es que la primera está incluida en el modelo;  $X'Z$  asocia para cada efecto fijo los efectos aleatorios; la sub-matriz  $Z'Z$ , es una matriz identidad aumentada por tantas columnas e hileras de 0's como animales sin registros existan, normalmente los individuos de la población base,  $X'W$  asocia para cada efecto fijo las medidas repetidas.

$A^{-1}$  es la inversa de la matriz de relación  $A$ , siendo esta lo que es llamada el numerador de la matriz de la relación entre todos los animales de la población.  $I$  es una matriz identidad, y las variables  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ , que son calculados a partir del cociente de las varianzas genéticas aditivas, del error y del ambiente permanente o a partir de la heredabilidad y repetibilidad. Las 9 sub matrices conforman lo que es la matriz de coeficientes de las MME.

Los elementos  $\hat{\beta}$ ,  $\hat{u}$  y  $\hat{y}$  conforman el vector de los términos desconocidos a estimar y predecir. La RHM (matriz del lado derecho) está formado por el vector columna que tiene los sub vectores  $X'Y$ ,  $Z'Y$  y  $W'Y$  cuya función es totalizar los totales de cada nivel de los efectos fijos; además, contiene el sub-vector con los totales de los registros por animal, (Aranguren y Román, 2014).

### 2.7.2 Esperanzas y varianzas del modelo

Gutiérrez (2010) indica que las esperanzas del modelo, se refieren al momento de primer orden de la variable o valor esperado, mientras que la varianza es el momento de segundo orden. Por ejemplo, para el residuo, se asume que la variable se distribuye de forma normal, con media cero y un componente de varianza conocida, expresado como  $e_i: N(0, \sigma_e^2)$ . Entonces, la esperanza de cada residuo es la media de su distribución (0). Lo mismo ocurre para el vector de efectos genéticos aditivos ( $a$ ) sólo en el caso de animales fundadores, para otros individuos es necesario tener en cuenta las relaciones de parentesco. Para los efectos fijos como la media, no se asume una distribución, sino su propio valor:  $E(\mu)=\mu$ . Por lo tanto:

$$E \begin{pmatrix} Y \\ \beta \\ u \\ p \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Cuando se trata de definir la varianza de vector  $e$ , y de cada elemento, se define una matriz de varianzas y covarianzas de los residuos. El otro efecto aleatorio es el genético aditivo, definiendo también varianzas y covarianzas de este efecto. Y una matriz  $I$  (identidad) cuando se asume que no existe relaciones de parentesco. Se asume que todos los ambientes permanentes son independientes por lo que las covarianzas son nulas. Entonces la matriz de varianzas:

$$\text{Var} \begin{pmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{p} \\ \mathbf{e} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}\sigma_u^2 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{I}\sigma_{ep}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{I}\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

### 2.7.3 Fuentes de información necesaria

Se debe disponer de una buena y eficiente información sobre los caracteres que se quieren mejorar y realizar el mayor esfuerzo en su población medición. La información de la genealogía, y de los efectos no genéticos y la estructura de la a seleccionar, redundan en la mejor identificación de los mejores individuos, y por lo tanto una mayor precisión de la selección y una mayor respuesta genética.

Olivera (2001) indica que los registros deben ser (a) verdaderos, es decir registrar lo que realmente sucedió con la vaca, (b) completos, incluyendo todas las informaciones concernientes al evento, (c) simples y (d) bien diseñadas para ahorrar tiempo y que se puedan usar en las diferentes áreas del estable.

Muñoz y Gonzáles (2016) indican que para llevar a cabo el proceso de evaluación genética son necesarias tres fuentes de información, las que se describen a continuación:

- a) **Datos De Producción:** Son los registros de producción de los animales. Estos deben figurar en un archivo junto con información de las circunstancias concretas en las que tuvo lugar cada dato productivo. Además, estos registros de producción permiten al productor tomar decisiones de manejo de su establecimiento y a su vez son útiles

para la identificación inicial de las hembras menos productivas y/o con problemas de salud para que sean descartadas a tiempo.

- b) Registros Genealógicos: Se refieren a la correcta identificación de los individuos y la de sus respectivos padres. Esta información debe figurar en un archivo en el que deben existir tres columnas: una con las identificaciones de los individuos, otra con la identificación de los padres y otra con la identificación de las madres.
- c) Parámetros Genéticos: Los parámetros genéticos son indicadores poblacionales de la característica a evaluar. Así tenemos a los parámetros más importantes:

- La heredabilidad o índice de herencia, la que se denota por  $h^2$  y es un coeficiente que indica la proporción de las diferencias observadas en el carácter que son de origen genético, por ende, puede tomar valores de entre 0 y 1. La magnitud del progreso genético para una característica particular a través de la selección artificial depende en gran medida del nivel de heredabilidad del rasgo entre otros factores. (Wiley, 2015). Visscher *et al.* (2008) indican que la varianza genética ( $\sigma^2_G$ ) se puede dividir en la varianza de los efectos aditivos ( $\sigma^2_A$ ); de dominancia ( $\sigma^2_D$ ) y de epistasis ( $\sigma^2_I$ ). La heredabilidad en sentido estricto es el cociente entre la varianza de los valores aditivos y los fenotípicos. La heredabilidad de un rasgo da una idea de las posibilidades de selección, si la  $h^2$  es alta, significa que las varianzas observadas son causadas principalmente por los efectos genéticos aditivos (heredables), por lo que, escogiendo a los mejores individuos, se está escogiendo también a los mejores alelos y a los que dejarán mejor descendencia (Quispe y Alfonso, 2018). Es decir, un valor alto nos indica que los fenotipos son buenos predictores de los valores genéticos.

Gutiérrez (2010) resalta que, existen valores comunes de heredabilidad en función del tipo de carácter: heredabilidad alta (mayor de 0.4), moderada (de 0.15 a 0.4) y baja (menor de 0.15).

- La repetibilidad (R) se puede definir como la correlación entre medidas repetidas sobre un mismo individuo, o sea entre medidas realizadas en dos momentos diferentes de su vida productiva. Puede tomar valores entre 0 y 1. Agudelo *et al.* (2007) señala que el análisis de medidas repetidas de un mismo individuo a través

del tiempo implica una dependencia entre las observaciones tomadas en el individuo, esta situación hace que dichas observaciones estén correlacionadas. Mrode (2005) señala que cuando se registran en un animal múltiples mediciones en la misma característica, su valor genético puede predecirse de la media de estos registros, se asume que existe una semejanza adicional entre los registros de un individuo debido a factores ambientales o circunstancias que afectan a los registros de forma permanente. Entonces, la varianza dentro del individuo se atribuye a las mediciones sucesivas que surgen de las variaciones tempo-ambientales de un parto a otro. La varianza de las observaciones ( $\text{Var}(y)$ ) podría ser dividida como la suma de la varianza genética ( $\text{Var}(g)$ ), la varianza debido al efecto del ambiente permanente ( $\text{Var}(ep)$ ) y la varianza debido al efecto del ambiente temporal ( $\text{Var}(te)$ ). La repetibilidad ( $r$ ), es la relación entre la varianza individual y la fenotípica:  $(\text{Var}(g) + \text{Var}(pe)) / \text{Var}(y)$ ; además puede tomar valores entre cero y uno.

Estos datos son útiles como materia prima de trabajo del genetista, encargados de la evaluación e identificación posterior de sementales y hembras genéticamente superiores (Becerril 2004).

Actualmente el destino de toda la información que puede ser obtenida es la estimación del valor genético de los animales, (Estimated Breeding Value o EBV) y para ello se dispone de sofisticados métodos estadísticos que nos permiten pasar de una evaluación genética basada en el propio fenotipo de los animales o en su ascendencia y parentesco a la obtención de los mejores predictores lineales insesgados para los efectos ambientales de los valores genéticos de los animales: BLUP.

#### **2.7.4 Confiabilidad y precisión de la predicción**

Para interpretar adecuadamente los valores genéticos de los animales evaluados, es importante conocer confiabilidad de la estimación, ya que este valor ayudará a los profesionales y productores en la toma de decisiones relacionados con los resultados.

Aranguren y Román (2014) mencionan que las predicciones de los valores genéticos de los animales deben ir acompañados de una medida de variabilidad, que es llamada error típico de la predicción, la cual es la raíz cuadrada de la varianza del error de predicción (PEV).

Para el cálculo de la PEV, se requieren los elementos de la diagonal de la inversa de las EMM, correspondiente al bloque de animales, la PEV puede ser considerada como la fracción de la varianza genética aditiva no tomada en cuenta por la predicción.

$$PEV = (1 - r^2) \sigma_a^2$$

Donde,  $r^2$  es el cuadrado de la correlación entre el mérito genético real y el mérito genético predicho, en el ganado lechero se refiere generalmente como “confiabilidad” (Mrode 2005). Holstein Foundation (2018) indica que la confiabilidad o “*reliability*” (expresado en porcentaje) es una medida de precisión estimada de la habilidad predicha de transmisión, basada en la cantidad de información del animal, padres y su progenie. Un animal que ha sido sometido a pruebas genómicas y que se incluye esta información junto con la de sus padres en la evaluación tendrá mayor confiabilidad que un animal que solo tiene información de los padres. Es decir, al incluir más información se tiene mayor confianza en la evaluación como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1:** Confiabilidad proyectada para HPT de producción de leche

Descripción	Confiabilidad
Ternero recién nacido con sólo información de los padres.	42 %
Ternero que ha sido probado genómicamente.	65%
Toro que ha sido probado genómicamente y tiene información de más de 300 hijas incluidas en su evaluación.	96%

Fuente: Adaptado de Holstein Foundation 2018.

La precisión o “*accuracy*” ( $r$ ), es la raíz cuadrada de la confiabilidad y normalmente es usado en ganado de carne. La correlación entre los BLUP’s obtenidos en la predicción y sus verdaderos valores nos dan una idea del grado de confianza que debemos tener en esos valores. (Aranguren y Román 2014). Según Ryan (2016), es la diferencia entre los valores reales y los valores esperados. La precisión se basa en la cantidad de información de rendimiento que se conoce sobre el animal y sus parientes cercanos, sobre todo del número de progenie, por lo que es un reflejo de la distribución y número de progenies de cada reproductor con las cuales se desarrolló la evaluación.

Gilmour *et al.* (2015) señala que, en un contexto genético, donde está involucrada la matriz de relación A, la precisión es:

$$\sqrt{1 - \frac{(s_i)^2}{(1+f_i)\sigma_A^2}}$$

Donde,  $s_i$  es el error estándar reportado con el BLUP para el individuo  $i$ ,  $f_i$  es el coeficiente de consanguinidad,  $1+f$  es el elemento de la diagonal de A y  $\sigma_A^2$  es la varianza genética.

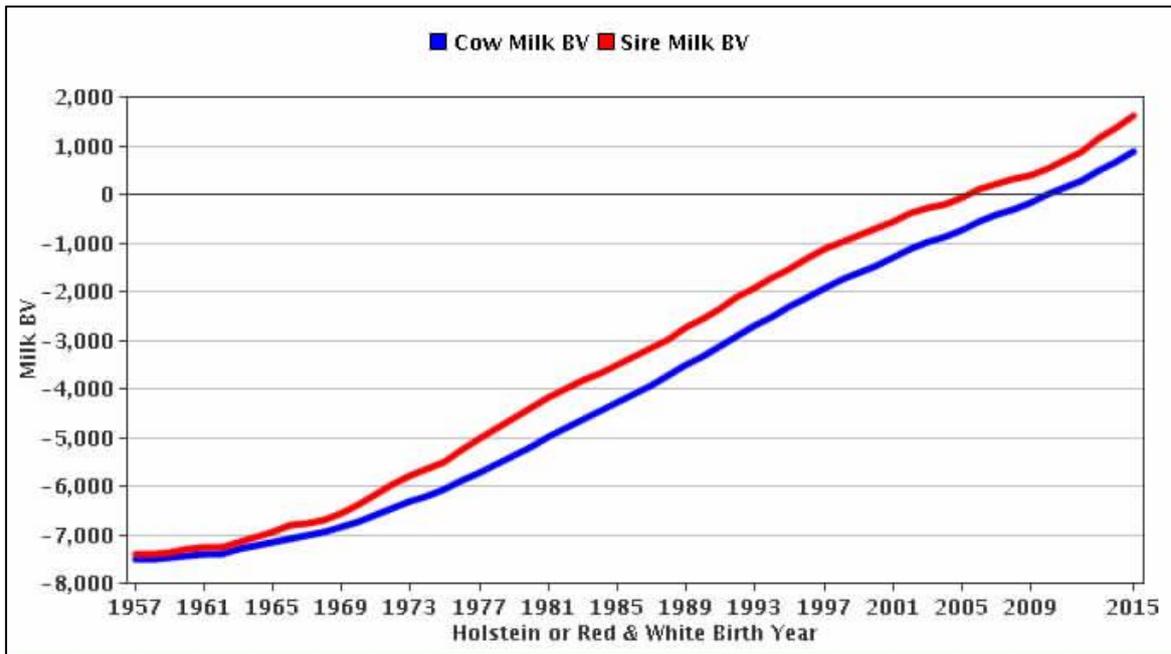
## 2.8. Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche

Para Vargas y Solano (1995) indican que el análisis de las tendencias genéticas y ambientales de la producción de leche es vital para la definición de estrategias de mejoramiento a nivel poblacional. Además, Canaza *et al.* (2016) menciona que, en cualquier programa de mejoramiento genético, existe la necesidad de realizar un seguimiento de los resultados para evaluar su progreso, realizar ajustes con el fin de optimizar la ganancia genética y aumentar la rentabilidad de la granja en el futuro. Por lo tanto, Katok y Yanar (2012) indican que las estrategias de mejoramiento animal utilizados en los diferentes países tienen que ser evaluados con el análisis de las tendencias genéticas.

La tendencia genética es el cambio en el valor medio de mejoramiento y se obtiene mediante la comparación de los niveles promedio en las poblaciones de vacas para cada año.

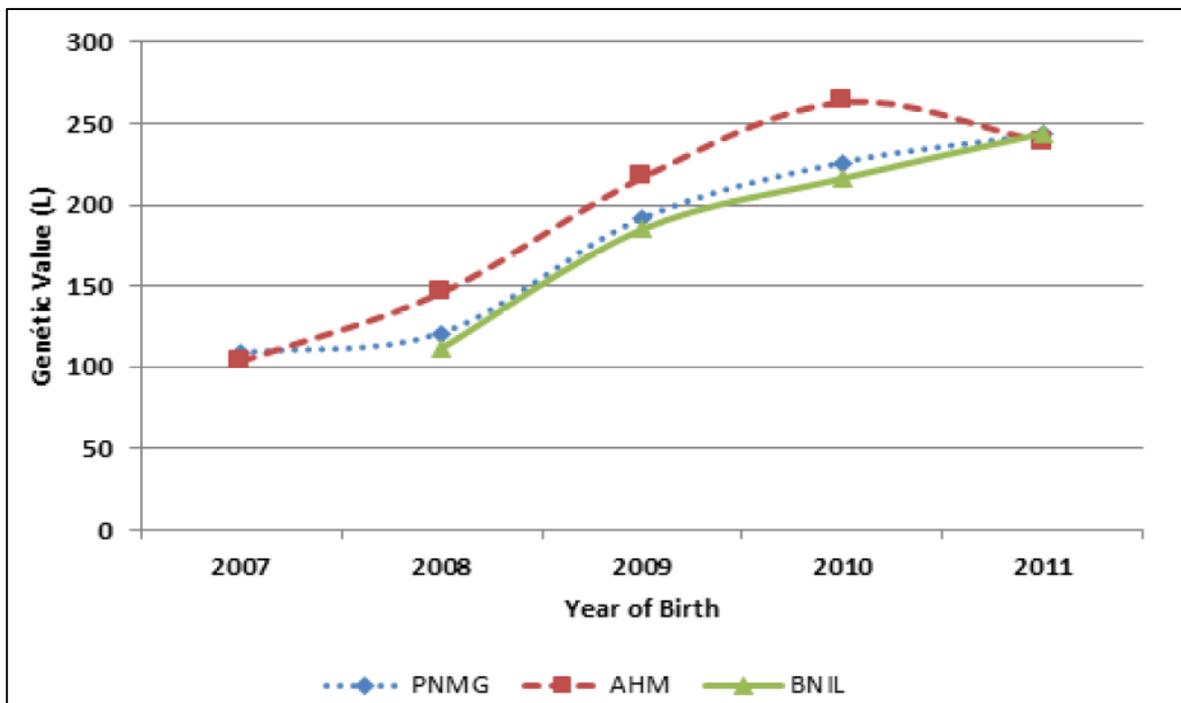
La mayoría de los investigadores han estimado las tendencias genéticas en ganado lechero durante períodos de menos de 20 años. Sin embargo, la precisión de las estimaciones de tendencias genéticas es mucho mayor que el número de años aumentados estudiados (Abdallah y McDaniel 2000).

En la literatura, muchas de las investigaciones muestran una tendencia genética positiva para ganado Holstein como Freeman y Lindberg (1993) que reportaron la tasa más alta de 135 kg/año; 9.25 Kg/año en Brasil (Boligon *et al.* 2005); 3.73 Kg/año en Turquía (Katok y Yanar 2012); 21 Kg/año en Irán (Chegini *et al.* 2013).



**Figura 5:** Tendencia genética para la producción de leche para la raza Holstein.

Fuente: CDCB, 2018.



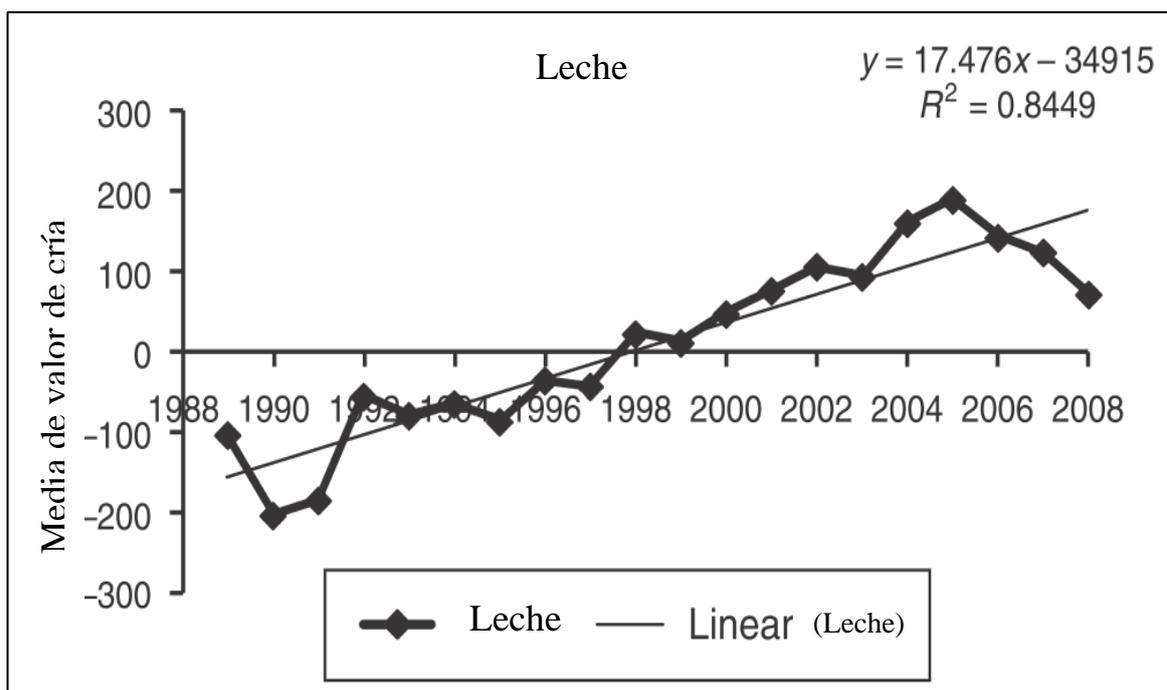
**Figura 6:** Tendencias genéticas de producción de leche a 305 días de las vacas por año de parto, para el Programa Nacional de Mejoramiento Genético (PNMG); la Asociación Holstein de México (AHM) y el Banco Nacional de Información Lechera (BNIL).

Fuente: Toledo *et al.* (2014).

En la Figura 5 se muestra la tendencia de valores genéticos para la producción de leche en la raza Holstein calculado por el CDCB (Council on Dairy Cattle Breeding). Se observa claramente que la tendencia es positiva, desde el año 1957 hasta el 2015 los valores genéticos para producción de leche para vacas y toros Holstein en Estados Unidos está cerca de +2000 libras de leche.

En la Figura 6 se muestra la tendencia genética de la producción de leche de vacas Holstein de primera lactancia en México. Los registros provenían del Programa Nacional de Mejoramiento Genético en México PNMG, que incluye a la Asociación Holstein de México (AHM) y al Banco Nacional de Información Lechera (BNIL) durante el periodo 2007 - 2011.

En la Figura 7 se observa la tendencia genética para vacas Holstein en Brasil, la media de valores de cría estimados para producción de leche a 305 días mostró una tendencia positiva de 17.48 Kg/año para vacas según año de nacimiento desde 1989 hasta 2008 (Haiduck *et al.* 2019).



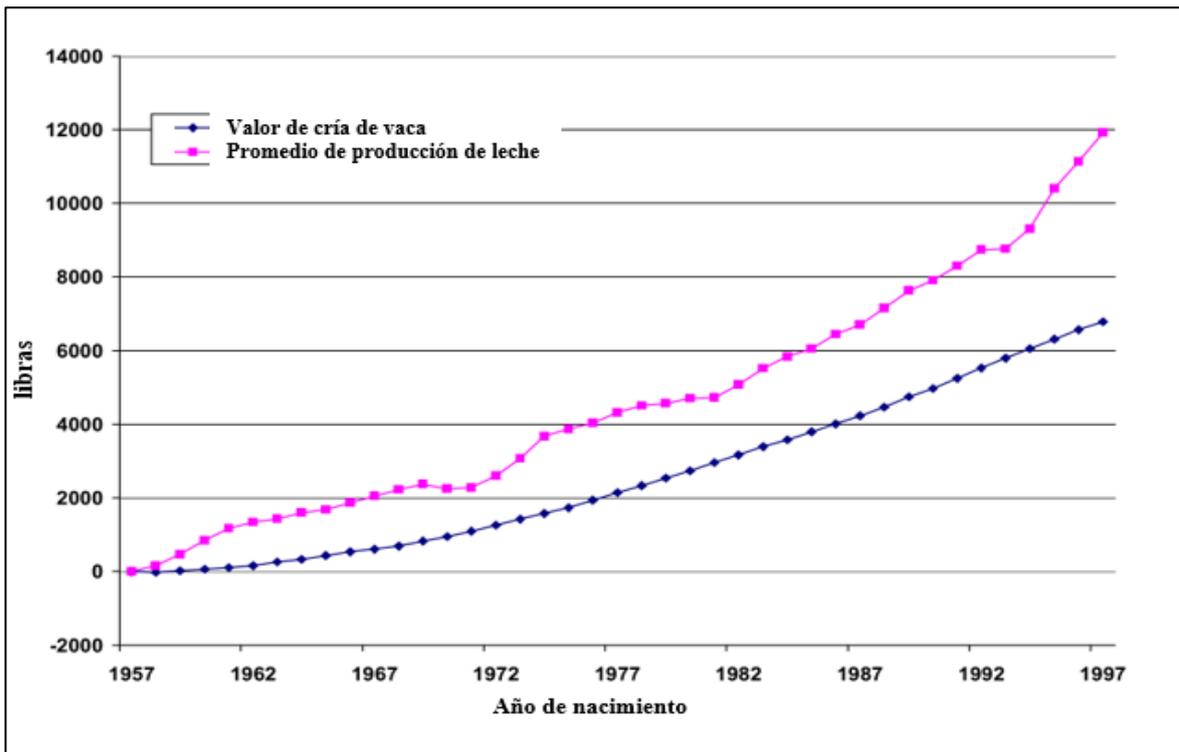
**Figura 7:** Tendencia genética de la producción de leche para vacas Holstein de Brasil.

Fuente: Haiduck Padilha *et al.* (2019).

Una tendencia fenotípica es el cambio en el rendimiento por unidad de tiempo, en este caso el cambio en el promedio de la producción de leche (Kg) por año. Comprender estas

tendencias permitirá entender cómo alcanzar metas futuras examinando la información del pasado (Missanjo *et al.* 2012).

La producción de leche para las vacas Holstein en los Estados Unidos aumentó entre 1957 y 1997, como se observa en la Figura 7. Los rendimientos promedios pasaron de 5 870 kg para vacas nacidas en 1957 a 11 274 kg para vacas nacidas 40 años más tarde. el aumento de la productividad de las vacas lecheras en los Estados Unidos mostró una tendencia fenotípica positiva con una producción total anual en 1970 de 117,9 mil millones de libras de leche (4 421 kg por vaca al año), y una la producción anual total en 1999 de 162,7 mil millones de libras u 8 061 kg por vaca anualmente. La misma figura muestra que valores genéticos aumentaron a un ritmo creciente a principios de la década de 1970 hasta principios de 1990 y parece haberse estabilizado a un incremento anual constante de alrededor de 113 kg de valor de cría por año en los años posteriores a 1990. Se observa que casi toda la mejora en la producción de leche resultó del progreso genético (Cassell 2001).



**Figura 8:** Las tendencias en la producción de leche y el valor de cría para leche de Holstein en Estados Unidos, los datos proceden de Programas de Mejora de Animales de Laboratorio, 2000.

Fuente: Cassell (2001).

## 2.9. Características del establo lechero Granados

El establo Granados fue creado en el año 1983, iniciando con 10 vaquillonas de la raza Holstein. Al año 2017 contó con 532 vacas en total, de las cuales el 86% están en ordeño (460 vacas), un promedio de producción diario general de 30.1 Kg/día y con 34.8 Kg/día como promedio de producción de vacas en ordeño, realizando un total de tres ordeños por día. El período promedio de seca es de 85 días, con un intervalo entre partos de 14.3 meses (Servicio de Productividad Lechera 2018).

El sistema de crianza es de tipo intensivo, con una alimentación basada en una ración integral (RTM), usando maíz chala y ensilado de maíz como fuente de forraje. En cuanto al manejo reproductivo, en la actualidad se realiza inseminación artificial utilizando en su totalidad semen importado de distintas casas comerciales. En el establo Granados, el manejo de la información de los animales se realiza desde el momento del nacimiento, ya que se crea un registro de producción individual (tarjeta), el cual se utiliza para anotar la condición de nacimiento del ternero (vivo, muerto), su identificación, fecha de nacimiento, sexo, identificación del padre y madre, así mismo se agrega al registro individual ya existente de la vaca la fecha de parto y el número de parto. En estas mismas tarjetas, se registran los datos productivos y reproductivos, como por ejemplo la producción y composición de la leche y cada servicio de IA, entre otros. Luego esta información es registrada en un programa computacional.

En el Figura 9, se muestra la vista satelital de la empresa “Inversiones Pecuarias Granados S.A.C”, la cual está dividida en dos áreas independientes: recría y producción. El área de recría (A) está constituido por la cuna (a1), corrales de terneras destetadas (a2), terneras mayores (a3) y los corrales de vacas secas, pre parto y recién paridas (a4). Después del parto, las vacas permanecen por un periodo aproximado de una semana en esta área, luego son trasladadas al área de producción, donde se mantendrán hasta la fecha de seca. Por otro lado, el área de producción (B) está constituido por la sala de ordeño (b1), frente a ella se encuentran los corrales de lactancia temprana post parto (b2), de allí se trasladan a los corrales de producción (ubicados a la espalda de la sala de ordeño), donde las primerizas (b3) se encuentran separadas de las multíparas (b4), finalmente pasan a los corrales de media y baja producción (b5).



**Figura 9:** Vista satelital de Inversiones Pecuarias Granados SAC– Área de recría (A) y producción (B).

Fuente: Google Maps (2018).

A través de los años ocupa los primeros lugares en el “*ranking*” del Servicio de Productividad lechera, tal como se aprecia en la Tabla 2 el promedio de producción del establo ha pasado de 25.5 Kg de leche en el año 2003 a 30 Kg en el 2014 y se mantiene con un promedio similar al año 2017. Por lo tanto, conociendo el valor genético de sus animales, se pueden identificar a aquellos que pueden ser padres de toros que pueden ser usados por el Banco Nacional de Semen, teniendo así sementales con valores genéticos de mayor confianza.

**Tabla 2:** Orden de mérito del establo “GRANADOS” desde el 2003 al 2017 en productividad lechera.

<b>Año</b>	<b>N° de Orden</b>	<b>Total de vacas</b>	<b>Vacas en ordeño</b> N°	<b>%</b>	<b>Promedio diario general (Kg de leche)</b>	<b>Promedio vacas en ordeño (Kg de leche)</b>	<b>Periodo de seca (días)</b>	<b>Intervalo entre partos (meses)</b>
2003	3°	155	143	92	25.5	27.7	64	12.7
2004	1°	182	168	92	27.0	29.4	66	14.0
2005	1°	200	184	92	26.7	29.0	62	13.9
2006	1°	236	218	92	27.0	29.3	68	14.0
2011	1°	391	350	89	28.6	32.0	79	14.3
2012	2°	404	364	90	27.5	30.4	73	14.1
2013	2°	451	408	90	28.0	30.9	67	14.6
2014	2°	505	450	89	30.9	34.6	74	14.8
2015	2°	498	441	88	30.7	34.7	72	14.6
2016	2°	527	461	87	29.5	33.7	72	14.2
2017	1°	532	460	86	30.1	34.8	85	14.3

Fuente: Servicio de Productividad lechera -UNALM

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es descriptivo; según el periodo en que se recoge la información es retrospectivo; por la secuencia del estudio es longitudinal; y por el control del investigador en el fenómeno es observacional.

#### 3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó con la información correspondiente al estable Granados, con razón social: “Inversiones Pecuarias Granados SAC”, ubicado en José Carlos Mariátegui (Km. 170 Panamericana Norte) en el distrito de Vegueta, Huaura; región Lima provincias; a  $10^{\circ} 56' 32.2''$  latitud sur,  $77^{\circ} 38' 30.3''$  longitud oeste; como se muestra en la Figura 10. Luego de la recolección de información, los datos fueron procesados en el Programa de Mejoramiento Animal (PMA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina.



**Figura 10:** Mapa de la provincia de Huaura, región Lima.

### 3.2. Obtención de datos

La información sobre la genealogía y producción procede de las siguientes fuentes de información:

(I) De las tarjetas individuales de registro de cada vaca (Ver Anexo 1), se recolectó lo siguiente:

- Número de vaca (N° de arete).
- Fecha de nacimiento (día, mes y año).
- Nombre y número de arete de la madre y padre.
- Producción de leche total y a 305 días.
- Fecha de parto (días, mes y año).
- Número de lactación.

(II) De la base de datos del CDCB (Ver Anexo 2):

- Nombre completo y registro genealógico adicionado el código de la raza y país de origen de los toros importados, así como sus antepasados (padre y madre). Ejemplo:

FUSTEAD EMORY BLITZ-ET      HOUSA000017013604  
(Nombre completo)      (Holstein) (USA) (Registro genealógico)

- Fecha de nacimiento (día, mes y año).
- Registro genealógico del padre y de la madre.

(III) De los certificados de registro genealógico de la Asociación Holstein del Perú, (Ver Anexo 3):

- Nombre completo y número de registro genealógico de los toros nacionales, lo cuales fueron modificados con el aumento de la raza y procedencia. Ejemplo:

GLORIA BERT JACK SILVESTRE      HO PER 10261  
(Nombre completo)      (Holstein) (Perú)(Registro genealógico)

- Fecha de nacimiento (día, mes y año).
- Registro genealógico del padre y de la madre.

De esta forma se uniformizó la identificación de los animales y sea más sencillo el análisis y manejo de la información.

### 3.2.1 Manejo de la información genealógica

Los datos fueron registrados en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft 2013), colocando en cinco columnas:

1° Fecha de nacimiento del individuo.

2° columna: identificación del animal (ID), para vacas número de arete y para toros el registro modificado.

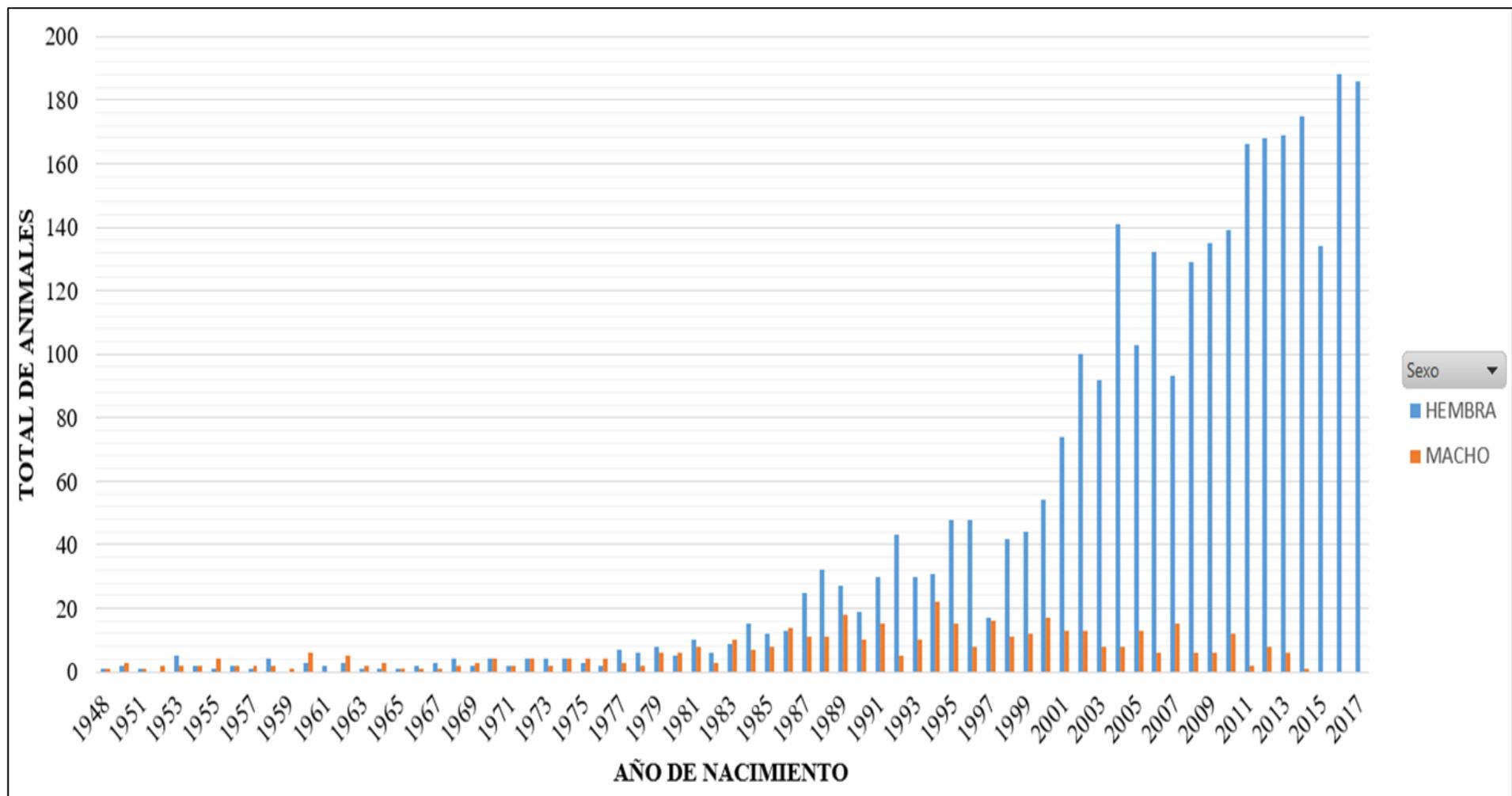
3° columna: identificación del padre (registro genealógico adicionado con la raza y país).

4° columna: identificación de la madre (número de arete de la vaca).

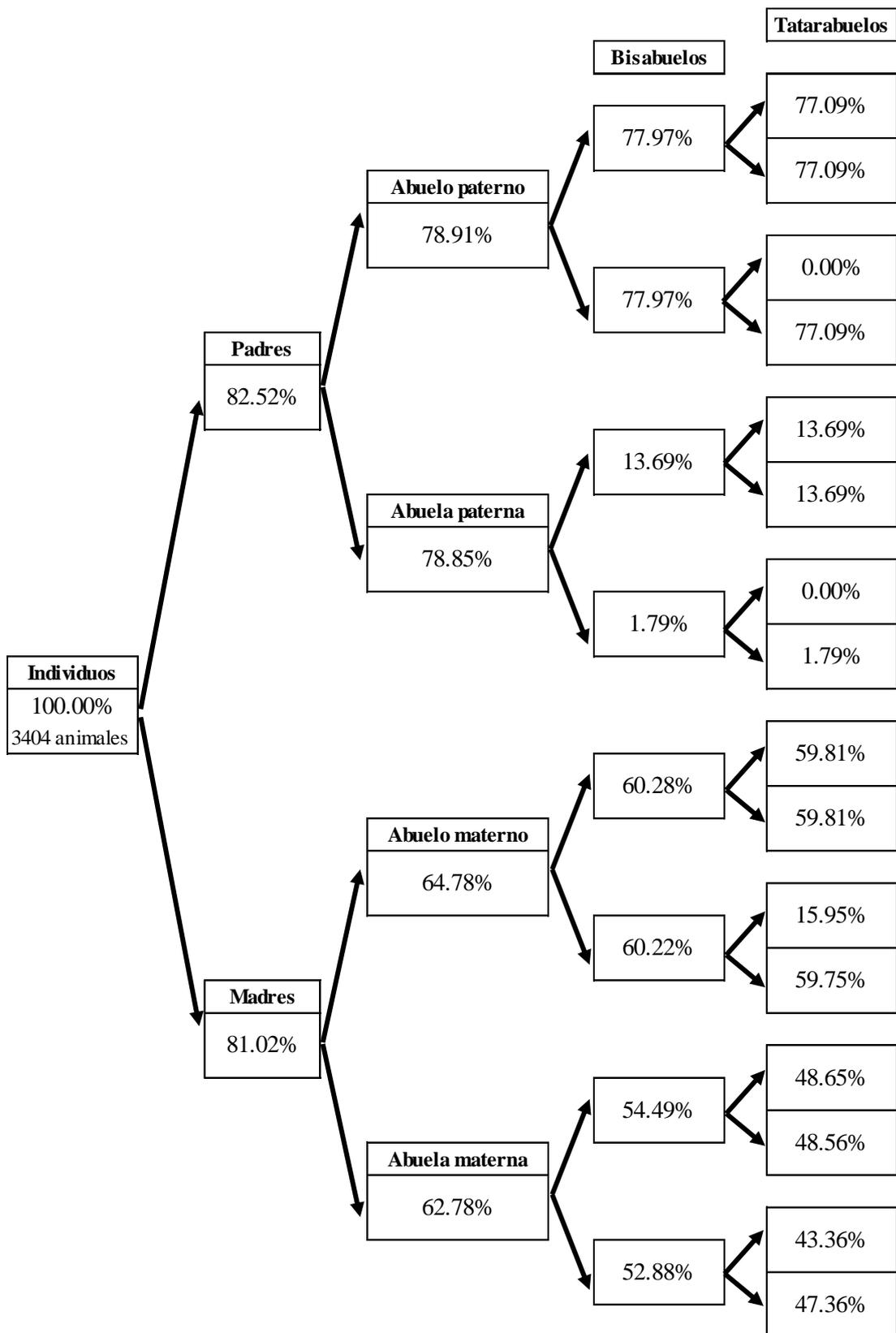
5° columna: sexo del individuo.

Cuando no se conocía la identificación de alguno de los padres de un animal, ésta se reemplazó con un cero. Posteriormente esta base de datos fue exportada como un archivo del programa Bloc de Notas, este fue guardado con la extensión txt (\*.txt). A través del *software* Pedigree Viewer 5.5 se pudo encontrar errores en la genealogía como identificación duplicada, bisexualidad (machos tomados como madres o viceversa), los cuales fueron corregidos en ambas bases de datos (genealogía y producción) revisando las tarjetas individuales de los individuos. La genealogía estuvo compuesta por un total de 3 404 individuos, con un total de 2 969 hembras y 435 machos nacidos durante el período de 1948 – 2017. Esta incluyó a todos los animales presentes en la base de datos, tuvieran o no registros (vacas, toros y progenie). En la Figura 11, se puede apreciar el total de animales que contiene la genealogía según sexo y año de nacimiento, se puede ver que el número de animales ha aumentado con el tiempo.

Posteriormente, para un mejor análisis de la genealogía se utilizó el programa Endog v4.8 y se obtuvo un promedio de 8.34 generaciones máximas y 1.41 generaciones completas. Las generaciones máximas se refieren a las que separan la descendencia de la generación más lejana, las generaciones completas separan a los individuos de su antepasado más lejano. Antepasados sin padres conocidos son considerados fundadores (generación cero). En la Figura 12 se puede observar el contenido de pedigrí, siendo conocidos más del 80 por ciento de los padres y madres, un 70 por ciento de abuelos paternos y 60 por ciento de abuelos maternos, mientras que para generaciones antecesoras el porcentaje de animales conocidos iba disminuyendo.



**Figura 11:** Total de animales contenidos en la genealogía según año de nacimiento.

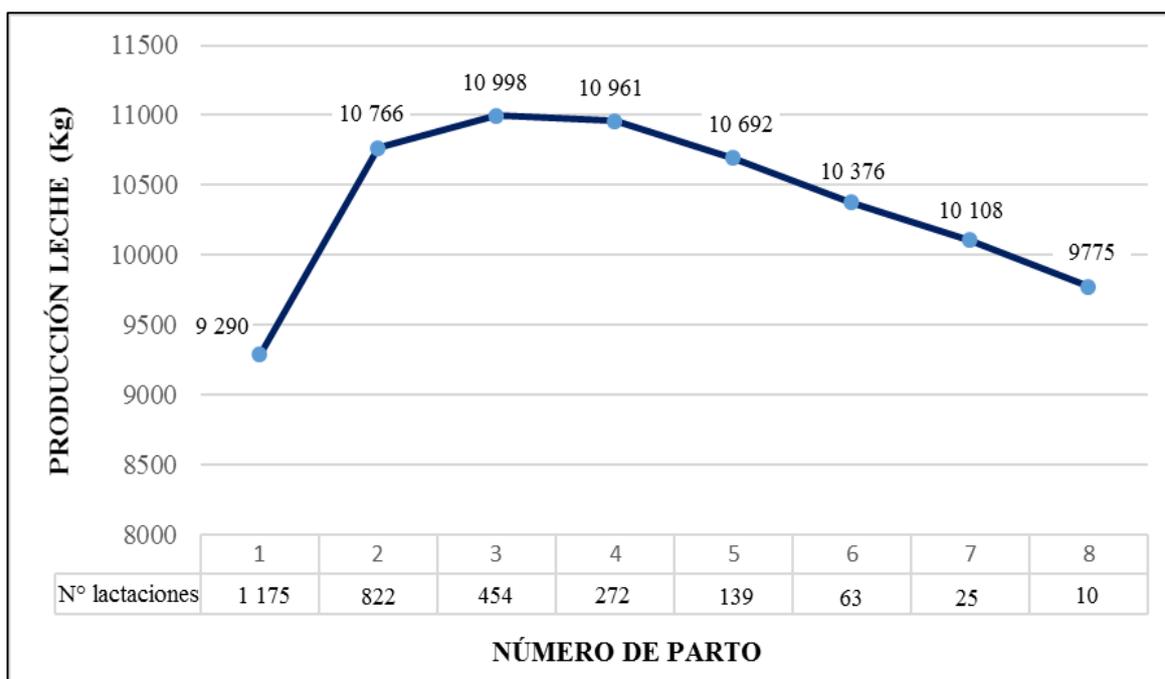


**Figura 12:** Porcentaje de animales conocidos en la genealogía registrada considerando cuatro generaciones antecesoras.

Fuente: Salida del programa Endog.

### 3.2.2 Manejo de los datos de producción de leche

La base de datos de producción de leche (PL) del establo Granados contiene un total de 2 960 lactaciones de diferentes partos: primero al octavo parto, pertenecientes a 1 459 vacas durante el período 1999-2017.



**Figura 13:** Representación gráfica de los Kg de leche por campaña a 305 días según número de parto sin ajustar, periodo 1999-2017.

En la Figura 13, se muestran el promedio de los kilogramos de leche reales (sin ajuste) a 305 días según número de parto. La distribución de lactaciones fue de un 40, 28, 15, 9, 5, 2, 1 y 0.3 por ciento para primer, segundo, tercer, cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo parto, respectivamente.

Se puede observar el aumento en la PL según aumenta el número de parto, esto confirma lo descrito en la literatura por varios autores atribuyendo este incremento de la producción a un mayor desarrollo del animal. El máximo rendimiento se observa en vacas de tercer parto a partir del cual se ve una ligera disminución en la producción para vacas de cuarto a octavo parto, esto debido a que vacas de mayor edad son más propensas a sufrir de algún problema de salud, además el número de lactaciones que comprende este grupo es menor, esto hace que haya mayor variación en los datos.

**Tabla 3:** Estadísticos descriptivos de las características de producción del establo Granados, período 1999-2017.

N° de parto	N° de lactaciones	CAMPAÑA TOTAL			EDAD AL PARTO			DIAS EN LACTANCIA			CAMPAÑA A 305 DIAS		
		Media Kg leche	D.E.	C.V. (%)	Edad (meses)	D.E.	C.V. (%)	Duración (días)	D.E.	C.V. (%)	Media Kg leche	D.E.	C.V. (%)
1	1175	11 675	2 957	25	24	3	12	392	78	20	9 290	1 875	20
2	822	12 774	2 954	23	38	5	12	378	64	17	10 766	2 168	20
3	454	12 933	2 808	22	53	5	10	371	59	16	10 998	2 188	20
4	272	12 807	2 956	23	67	6	9	372	57	15	10 961	2 358	22
5	139	12 683	3 014	24	81	7	8	376	63	17	10 692	2 238	21
6	63	12 049	3 107	26	95	8	9	373	61	16	10 376	2 327	22
7	25	11 634	1 836	16	107	6	6	364	52	14	10 108	1 739	17
8	10	11 164	2 799	25	119	10	8	359	42	12	9 775	2 029	21
9	3	12 312	3 173	26	132	8	6	368	47	13	10 801	2 865	27

**D.E.** = Desviación Estándar

**C.V. (%)** = Coeficiente de variación

En la Tabla 3, se aprecian los estadísticos descriptivos de la base de datos recolectada para PL total por campaña, edad al parto, producción de leche a 305 días, duración de la lactancia e intervalo entre partos. Esta información general sirvió para tener una idea general del establo, y realizar el posterior análisis de los efectos que fueron incluidos en el modelo.

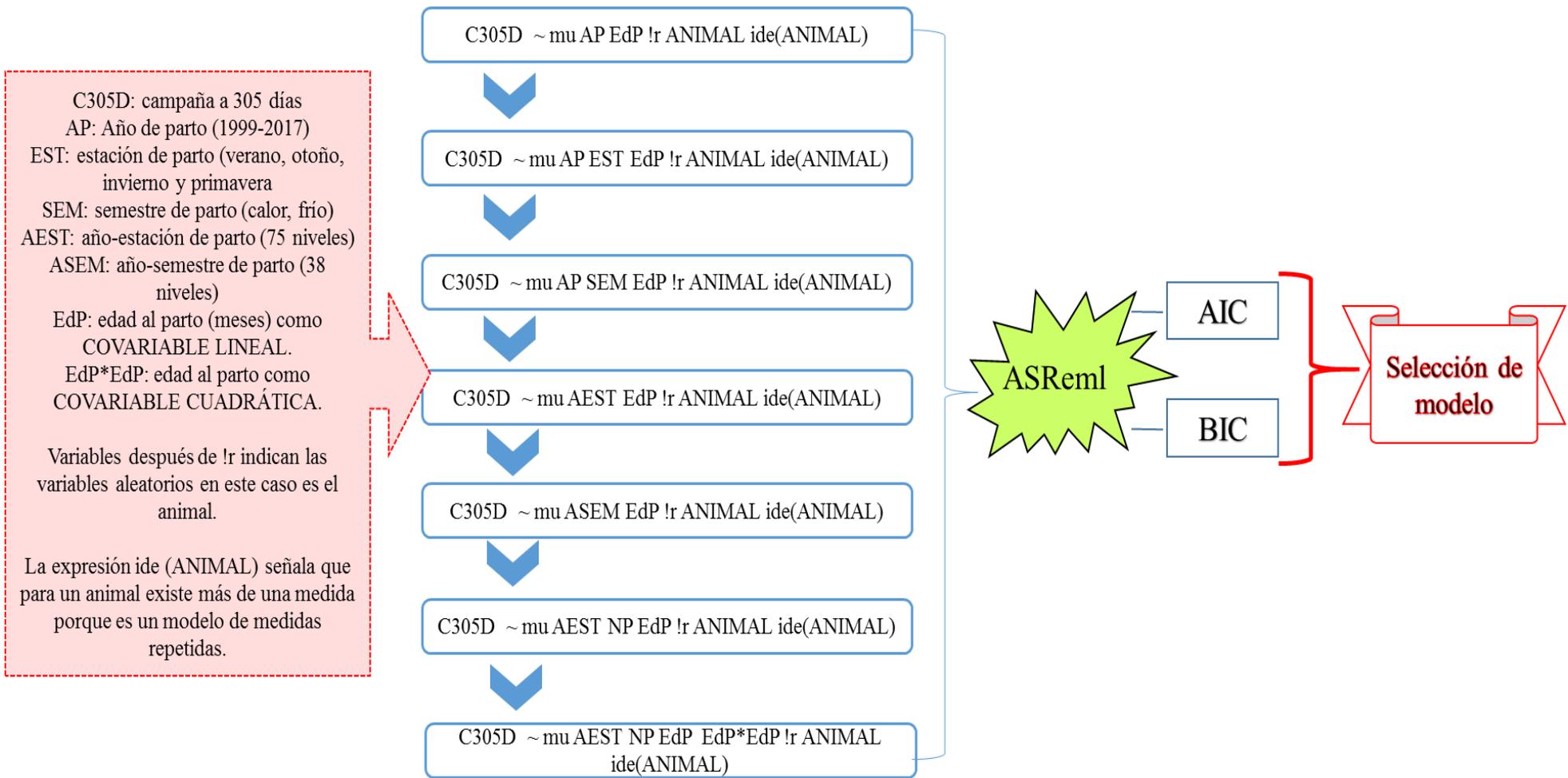
### **3.3. Elección del modelo para la evaluación genética**

Para la obtención de los valores genéticos, se utilizó un modelo animal con medidas repetidas. El modelo animal se basa en un modelo mixto, es decir se tienen efectos fijos y aleatorios.

Para determinar qué efectos serían considerados como fijos en el modelo, se compararon diferentes modelos, los cuales fueron procesados considerando campañas a 305 días para cinco lactaciones. Además, como efectos fijos las diferentes combinaciones de año de parto (AP), edad al parto (EdP) como covariable lineal y cuadrática, semestre de parto (SEM), estación de parto (EST), la variable compuesta de año-estación (AEST), año-semestre (ASEM), número de parto (NP). La figura 14 muestra el flujograma de pasos para la selección del modelo adecuado para realizar finalmente la evaluación genética. Para seleccionar el modelo de mejor ajuste se tomó en cuenta el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Bayesiano (BIC), los cuales fueron obtenidos con el software ASReml.

Gilmour *et al.* (2015) indican que este es un software estadístico que se ajusta a los modelos mixtos lineales que utiliza la máxima verosimilitud restringida (REML) y es desarrollado por una empresa conjunta entre el Programa de Biometrías del Departamento de Industrias Primarias de NSW y la Unidad de Biomatemáticas de Rothamsted Research donde estadísticos en Gran Bretaña y Australia son colaboradores.

Además, cada modelo planteado fue procesado mediante el programa ASReml, teniendo como resultado no sólo los criterios AIC y BIC, sino también los parámetros genéticos de heredabilidad ( $h^2$ ) y repetibilidad ( $r$ ) cada uno con su respectivo error estándar (EE), así como las varianzas genéticas aditivas (VGA), varianzas fenotípicas (VF), varianzas del ambiente permanente (VAP).



**Figura 14:** Flujograma de pasos realizados para la selección del modelo adecuado para la evaluación genética.

En la Tabla 4, se presentan los diferentes modelos aplicados; el modelo de mejor ajuste (resaltado) es el que presenta el menor valor de AIC y BIC comparado con los demás.

Por lo tanto, el modelo utilizado para la predicción de los valores genético fue:

$$\mathbf{C305D} \sim \mu \text{ AEST NP EdP EdP * EdP !r ARETE ide(ARETE)}$$

Y su representación en forma de modelo animal con medidas repetidas:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{W}\mathbf{p} + \mathbf{e}$$

Dónde:

$\mathbf{Y}$ = Vector de observaciones de producción de leche a 305 días (C305D) de las vacas.

$\boldsymbol{\beta}$ = Vector de los efectos fijos que contiene el efecto de:

- Efecto del año-estación de parto (AEST): 75 niveles diferentes (4 estaciones por cada año desde 1999 al 2017).
- Efecto del número de parto (NP): 5 niveles (primer a quinto parto).
- Efecto de la edad al parto (EdP) como covariable lineal y cuadrática.

$\mathbf{u}$ = Vector de efectos aleatorios genéticos aditivos (ANIMAL)

$\mathbf{p}$ = Vector del efecto del ambiente permanentes (ide (ANIMAL)) de la vaca.

$\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{Z}$  y  $\mathbf{W}$  = Son las matrices de diseño o de incidencia que relacionan a los efectos fijos, aleatorios y del ambiente permanente con los datos respectivamente.

**Tabla 4:** Modelos mixtos con sus respectivos parámetros, ordenados según valor de AIC y BIC.

N°	Modelo mixto planteado	N° de lactaciones	AIC	BIC	VGA	VF	VAP	h <sup>2</sup>	EE	r	EE
1	C305D ~ mu AEST NP EdP EdP * EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	43 321	43 338	325 809	2 051 700	244 761	0.16	0.03	0.28	0.03
2	C305D ~ mu AEST NP EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	43 329	43 347	334 638	2 062 500	242 810	0.16	0.03	0.28	0.03
3	C305D ~ mu AEST EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	43 649	43 667	400 548	2 262 900	161 512	0.18	0.03	0.25	0.03
4	C305D ~ mu ASEM EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	44 173	44 190	403 380	2 295 800	148 490	0.18	0.03	0.24	0.02
5	C305D ~ mu AP ESTAC EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	44 382	44 399	400 071	2 298 300	143 209	0.17	0.03	0.24	0.02
6	C305D ~ mu AP SEM EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	44 404	44 422	401 938	2 300 300	140 202	0.17	0.03	0.24	0.02
7	C305D ~ mu AP EdP !r ARETE ide(ARETE)	2 862	44 437	44 455	399 753	2 315 000	131 007	0.17	0.03	0.23	0.02

Donde: VGA: varianza genética aditiva, VF: varianza fenotípica, VAP: varianza del ambiente permanente, h<sup>2</sup>: heredabilidad y r: repetibilidad

### **3.4. Elaboración de las tendencias genéticas y fenotípicas**

Las tendencias fueron determinadas mediante el análisis de regresión con el paquete estadístico SAS versión 9.4, utilizando el procedimiento PROC REG. Los gráficos de las tendencias fueron obtenidos utilizando Microsoft Excel 2013.

Las tendencias genéticas fueron estimadas por el promedio de los valores genéticos de las 2 590 hembras del periodo 1982-2017, según su año de nacimiento.

Las tendencias fenotípicas se estimaron mediante la media de los registros de producción de leche ajustados a 305 días de 1 457 vacas del periodo 1999-2017, según año de parto.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados de la investigación en cuanto a la evaluación genética y fenotípica de la producción de leche en el establo Granados.

### 4.1. Análisis de los efectos fijos

En la Tabla 5, se presenta el análisis de varianza de la PL a 305 días. Se obtuvo una media de 10 211.9 Kg  $\pm$  2 217.5 (desviación estándar), un coeficiente de variación (%) de 14 y un R<sup>2</sup> de 59 por ciento.

Se puede observar que el efecto de año-estación de parto, número de parto y edad al parto tienen un efecto significativo sobre la producción de leche. Todos estos factores fueron incluidos en el modelo de evaluación genética, la edad fue incluida como covariable lineal y cuadrática. La data utilizada para el modelo elegido, consistió en 2 862 lactaciones pertenecientes a 1457 vacas de primero a quinto parto.

**Tabla 5:** Análisis de varianza para la producción de leche.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Año-estación	74	5 733 201 853	77 475 701	37.7	<.0001 **
Número de parto	4	96 102 512	24 025 628	11.69	<.0001 **
Edad al Parto (lineal)	1	27 395 322	27 395 322	13.33	0.0003 **
Edad al Parto (cuadrática)	1	29 199 057	29 199 057	14.21	0.0002 **

\*\* La fuente de variación tiene efecto significativo

En la Tabla 6 y Anexo 4 se puede observar los promedios ajustados por edad de la PL a 305 días según año-estación de parto y la variación que hay a través del tiempo. Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ) para los 75 niveles del efecto año-estación de parto, incrementándose en las épocas de invierno y otoño.

Estos resultados concuerdan con los observados por Palacios *et al.* (2001) y para ganado Holstein en California del sur y Túnez; respectivamente, donde las mayores producciones se registraron durante el otoño e invierno. La menor disminución en la producción de leche durante las épocas calurosas puede deberse al manejo que realiza el establo Granados durante las épocas calurosas, como por ejemplo baños por aspersor a las vacas mediante un sistema de enfriamiento, suministro de alimento fresco varias veces al día, corrales con sombras adecuadas, etc. Tal como lo indica Castillo *et al.* (2017), las variaciones en la productividad son debidas al condicionamiento del manejo que se realiza en las distintas épocas, y al efecto que tiene el clima sobre factores como el desarrollo de la pastura.

**Tabla 6:** Media de la producción de leche a 305 días ajustado por edad según año-estación de parto.

<b>Año</b>	<b>Estación</b>	<b>N</b>	<b>Año-estación</b>	<b>Campaña a 305 días (Kg de leche)</b>	<b>Error estándar</b>
<b>1999</b>	Verano	3	<b>1</b>	6 653	845
	Otoño	6	<b>2</b>	6 750	612
	Invierno	17	<b>3</b>	6 218	395
	Primavera	12	<b>4</b>	6 629	463
<b>2000</b>	Verano	10	<b>5</b>	6 624	498
	Otoño	5	<b>6</b>	7 053	663
	Invierno	12	<b>7</b>	7 133	454
	Primavera	13	<b>8</b>	6 701	423
<b>2001</b>	Verano	18	<b>9</b>	7 619	372
	Otoño	16	<b>10</b>	8 178	402
	Invierno	20	<b>11</b>	7 909	348
	Primavera	8	<b>12</b>	7 622	526
<b>2002</b>	Verano	17	<b>13</b>	8 274	375
	Otoño	17	<b>14</b>	8 316	377
	Invierno	18	<b>15</b>	9 083	364
	Primavera	20	<b>16</b>	8 677	339

<b>2003</b>	Verano	18	<b>17</b>	9 130	358
	Otoño	16	<b>18</b>	8 922	376
	Invierno	22	<b>19</b>	9 406	330
	Primavera	32	<b>20</b>	9 348	276
<b>2004</b>	Verano	20	<b>21</b>	9 550	336
	Otoño	19	<b>22</b>	9 647	349
	Invierno	29	<b>23</b>	9 104	285
	Primavera	31	<b>24</b>	9 252	280
<b>2005</b>	Verano	23	<b>25</b>	9 773	315
	Otoño	9	<b>26</b>	10 213	488
	Invierno	17	<b>27</b>	9 529	362
	Primavera	38	<b>28</b>	9 801	254
<b>2006</b>	Verano	44	<b>29</b>	9 600	240
	Otoño	21	<b>30</b>	9 887	328
	Invierno	31	<b>31</b>	9 078	276
	Primavera	44	<b>32</b>	8 783	241
<b>2007</b>	Verano	43	<b>33</b>	9 516	241
	Otoño	28	<b>34</b>	10 054	288
	Invierno	30	<b>35</b>	8 874	282
	Primavera	39	<b>36</b>	8 844	249
<b>2008</b>	Verano	58	<b>37</b>	9 347	211
	Otoño	38	<b>38</b>	9 101	254
	Invierno	26	<b>39</b>	8 589	297
	Primavera	39	<b>40</b>	8 426	249
<b>2009</b>	Verano	61	<b>41</b>	9 144	206
	Otoño	58	<b>42</b>	9 183	211
	Invierno	24	<b>43</b>	9 258	309
	Primavera	24	<b>44</b>	9 524	309
<b>2010</b>	Verano	35	<b>45</b>	9 760	258
	Otoño	69	<b>46</b>	10 016	196
	Invierno	32	<b>47</b>	10 244	274
	Primavera	31	<b>48</b>	9 788	277
<b>2011</b>	Verano	70	<b>49</b>	10 161	194
	Otoño	68	<b>50</b>	10 311	196
	Invierno	39	<b>51</b>	10 419	248
	Primavera	43	<b>52</b>	9 974	240
<b>2012</b>	Verano	54	<b>53</b>	10 355	216
	Otoño	89	<b>54</b>	10 269	178
	Invierno	48	<b>55</b>	10 428	229
	Primavera	47	<b>56</b>	10 591	230
<b>2013</b>	Verano	50	<b>57</b>	10 569	224
	Otoño	89	<b>58</b>	11 398	179
	Invierno	57	<b>59</b>	11 361	214
	Primavera	30	<b>60</b>	11 749	281

<b>2014</b>	Verano	57	<b>61</b>	12 083	213
	Otoño	74	<b>62</b>	12 192	189
	Invierno	56	<b>63</b>	12 016	214
	Primavera	38	<b>64</b>	11 646	250
<b>2015</b>	Verano	51	<b>65</b>	11 687	220
	Otoño	88	<b>66</b>	12 280	178
	Invierno	56	<b>67</b>	12 067	211
	Primavera	29	<b>68</b>	11 441	282
<b>2016</b>	Verano	44	<b>69</b>	12 415	234
	Otoño	83	<b>70</b>	12 343	181
	Invierno	44	<b>71</b>	12 352	235
	Primavera	31	<b>72</b>	12 151	273
<b>2017</b>	Verano	71	<b>73</b>	12 256	194
	Otoño	120	<b>74</b>	12 989	158
	Invierno	75	<b>75</b>	13 104	186

En la Tabla 7, se puede constatar un aumento de PL conforme se incrementa el número de parto. Existe un incremento de 12 % en la producción de leche en vacas maduras de tercer parto en relación con vacas de primera lactancia, además a partir del tercer parto se produce la mayor cantidad de leche comparado con lactaciones anteriores.

**Tabla 7:** Media de la producción de leche a 305 días ajustado por edad según número de parto.

<b>N° de parto</b>	<b>N° de registros</b>	<b>Producción de leche (Kg)</b>	<b>E. E</b>
1	1 175	8 859.6	135.7
2	822	9 807.9	72.07
3	454	9 931.8	159.2
4	272	9 914.7	239.8
5	139	10 201.9	334.9

Las vacas en su primera y segunda lactancia producen alrededor del 90 y 95 por ciento; a partir de este parto alcanza el 100 por ciento de su rendimiento. Esto se debe, según lo señalado por Rao y Sundaresan (1979), Palaquibay (2003), Osorio y Segura (2005) a que las vacas de primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento y luego los de producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche.

#### 4.2. Evaluación genética de la producción de leche

Con el modelo seleccionado, se realizó la evaluación genética obteniendo como resultados los componentes de varianza y los valores genéticos de todos los animales.

La Tabla 8, muestra los componentes de varianza requeridos para la estimación de los parámetros genéticos, los cuales fueron obtenidos con el método de máxima verosimilitud restringida (REML).

**Tabla 8:** Componentes de varianza estimados para la producción de leche en el establo Granados.

Variable	Componentes de Varianza			
	Ambiente permanente	Genética Aditiva	Residual	Fenotípica
Producción de leche a 305 días	244 761	325 809	1 481 140	2 051 700

La heredabilidad estimada para producción de leche a 305 días en vacas Holstein en el establo Granados fue  $0.16 \pm 0.03$  y significa que el 16 por ciento de la variación de la producción de leche es debida a la variación genética aditiva y el resto (84 por ciento) es debido a la variación ambiental. Este valor es considerado bajo para la producción de leche según Quijano y Echeverri (2015) ya que se encuentra dentro del rango 0.0-0.2. Este valor resulta inferior a lo referido por Palacios *et al.* (2001); Galeano y Manrique (2010); Arango y Echeverri (2014), que obtuvieron para la misma característica valores de  $h^2$  de  $0.26 \pm 0.09$ ;  $0.35 \pm 0.06$ ;  $0.19 \pm 0.00$  respectivamente, pero con un mayor error estándar estimado. Al

mismo tiempo, la  $h^2$  obtenida en este estudio es similar a lo reportado por Corrales *et al.* (2011); Hernández *et al.* (2011) con valores de  $0.17 \pm 0.00$ ;  $0.15 \pm 0.01$  respectivamente.

Por lo tanto, este valor bajo nos indica que el fenotipo de producción de leche, para esta realidad, no es un buen estimador del genotipo del animal, ya que la correlación entre los valores genéticos y fenotípicos es la raíz cuadrada de  $h^2$  (Quijano y Echeverri 2015).

La repetibilidad ( $r$ ) estimada fue de  $0.28 \pm 0.025$ . Esto nos indica que el 28 por ciento de la variación en la producción de leche a 305 días de vacas Holstein en el Establo Granados se debe al efecto de la genética y del ambiente permanente, y un 72 por ciento al ambiente temporal. El error es bajo, por lo que se puede concluir que el estimado de  $r$  es confiable.

Este valor es considerado medio ya que se encuentra dentro del rango 0.0-0.40 (Quijano y Echeverri 2015). Al igual que la  $h^2$ , este valor fue inferior comparado con lo obtenido por otros autores, con valores mayores a 0.40. Cabe señalar que tanto la heredabilidad como repetibilidad no son parámetros universales, es decir dependen de la población, debido a que tanto la varianza de efectos genéticos aditivos como no aditivos y de la varianza del medio ambiente es específico para cada población (Visscher *et al.* 2008; Quijano y Echeverri 2015).

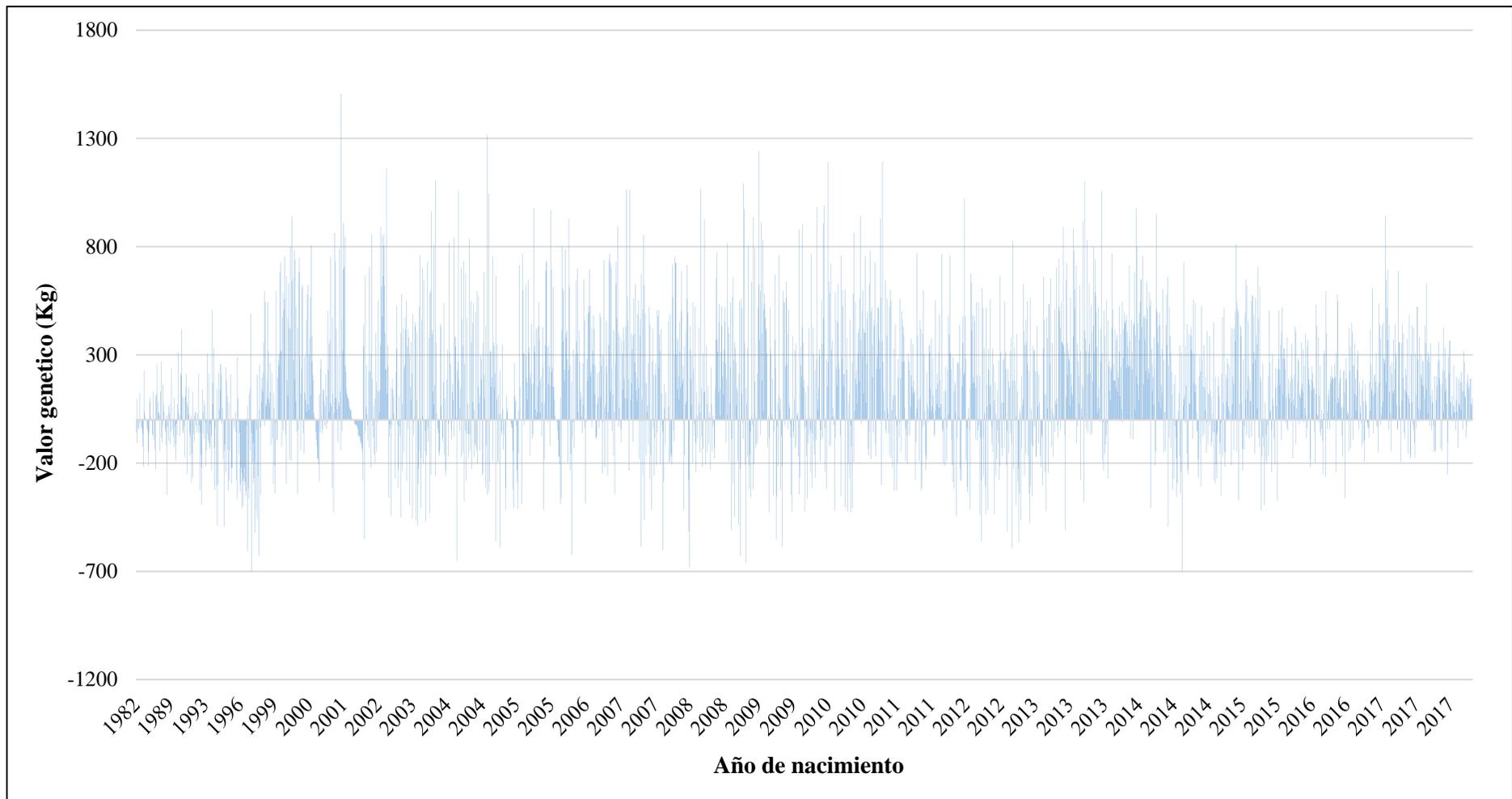
#### **4.2.1. Valores genéticos (VG) de las hembras**

La Tabla 9 muestra que para las vacas el rango de los desvíos de los valores genéticos para PL fue de -703.1 Kg a 1 507.0 Kg, con una media de  $147.6 \pm 5.89$  (error estándar) para las 2 590 vacas del establo.

Se encontró 1 749 (67 por ciento) animales con valores positivos, esta es una mayor proporción frente a los que obtuvieron valores negativos. Las confiabilidades obtenidas variaron de 0.01 a 0.54 debido a la poca información registrada.

**Tabla 9:** Resultados generales de los VG para producción de leche de las hembras del establo Granados, 1982-2017.

<b>Detalle</b>	<b>N</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Total de hembras del establo Granados	2 590	
Promedio de VG (Kg de leche) $\pm$ Error estándar	147.6 $\pm$ 5.89	
VG Mínimo individual (Kg de leche)	-703.1	
VG Máximo individual (Kg de leche)	1 507.0	
Promedio de las Confiabilidades del VG	0.26	
Confiabilidad mínima	0.01	
Confiabilidad máxima	0.54	
Población VG $\leq$ 0	878	33.9
Hembras, 0 < VG < +1 000 Kg	1 696	65.5
Hembras, VG $\geq$ +1 000 Kg	16	0.6



**Figura 15:** Distribución de los valores genéticos de todas las hembras del establo Granados, periodo 1982-2017.

La Figura 15 muestra los valores genéticos (VG) para 2 590 hembras que fueron evaluadas para el carácter de producción de leche (PL) nacidas durante el periodo 1982-2017 pertenecientes al establo Granados, se observa que a través de los VG han fluctuado entre valores positivos y negativos, siendo mayor el número de animales positivos en los últimos años. Entre las vacas de mayor mérito genético se encontraron animales pertenecientes a diferentes generaciones (tanto madres como hijas). Las hembras más jóvenes, si bien no lograron registrar datos de producción propios, tuvieron relación de parentesco con otros animales, esto permitió predecir sus respectivos valores genéticos , pero con una menor confiabilidad.

#### **4.2.2. Valores genéticos de las hembras del establo Granados según procedencia de sus padres.**

En los anexos 7 y 8, se pueden apreciar la distribución y la media de los valores genéticos de los toros utilizados en el establo Granados, según su procedencia. Así tenemos tres categorías, nacional, importado y desconocido.

Podemos afirmar que para la característica “producción de leche” en el establo Granados puede utilizar semen congelado de toros nacionales como importados. Pallete (2001) afirma que teniendo en cuenta el costo de las pajillas, los toros jóvenes nacionales son una buena alternativa para desarrollar una ganadería de gran productividad.

Sin embargo, al realizar la selección, no sólo se tiene en cuenta esta característica, sino también otras como facilidad de parto, vida productiva, merito neto, % fertilidad de las hijas del toro, etc., además de caracteres de tipo. Esta es la desventaja de los toros nacionales frente a los importados, ya que no se dispone de mayor información sobre más características. Por otro lado, la Tabla 10 muestra los VG en Kg de leche de las hijas de los toros según la procedencia de estos y año de nacimiento de las hijas. Las hijas de los toros importados bajo las condiciones del establo Granados tienen un mayor valor comparado a las hijas provenientes de toros nacionales, estas a su vez son superiores que las hijas de toros desconocidos.

Estas diferencias pueden deberse al menor número de hijas de toros nacionales comparados a los toros importados, además de que los toros nacionales se utilizaron en mayor intensidad

en periodos donde las condiciones ambientales no eran favorables para que sus hijas expresen su potencial genético, esto hace que las diferencias entre los grupos sean más notorias.

**Tabla 10:** Media de los VG (Kg) para las vacas del establo Granados según procedencia de sus padres.

<b>Procedencia del toro</b>	<b>N° hijas</b>	<b>Media de VG de las hijas</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Importado	1 798	187.28	305.4	-702.1	1 507
Nacional	490	107.40	285.5	-631.1	941.3
Desconocido	302	-23.34	206.6	-703.1	1 164
<b>Total</b>	<b>2590</b>				

Estos valores genéticos se ven reflejados en la producción de leche. Los individuos de mayor desempeño productivo, corresponden a las hijas de toros importados (Tabla 11). Esto puede deberse, a los toros importados no son seleccionados solo por producción de leche, sino teniendo también en cuenta otras características como las relacionadas al tipo. Corrales *et al.* (2011) en su investigación, concluyeron que las correlaciones genéticas encontradas para producción de leche y las características de tipo indican que la conformación del animal tienen de media a baja relación genética con producción de leche (a excepción de la característica profundidad de la ubre que tuvo una alta correlación negativa); lo que indica que es posible seleccionar individuos para características de tipo sin afectar la producción de leche y de esta manera tener vacas funcionales con una larga vida productiva y pocos problemas sanitarios.

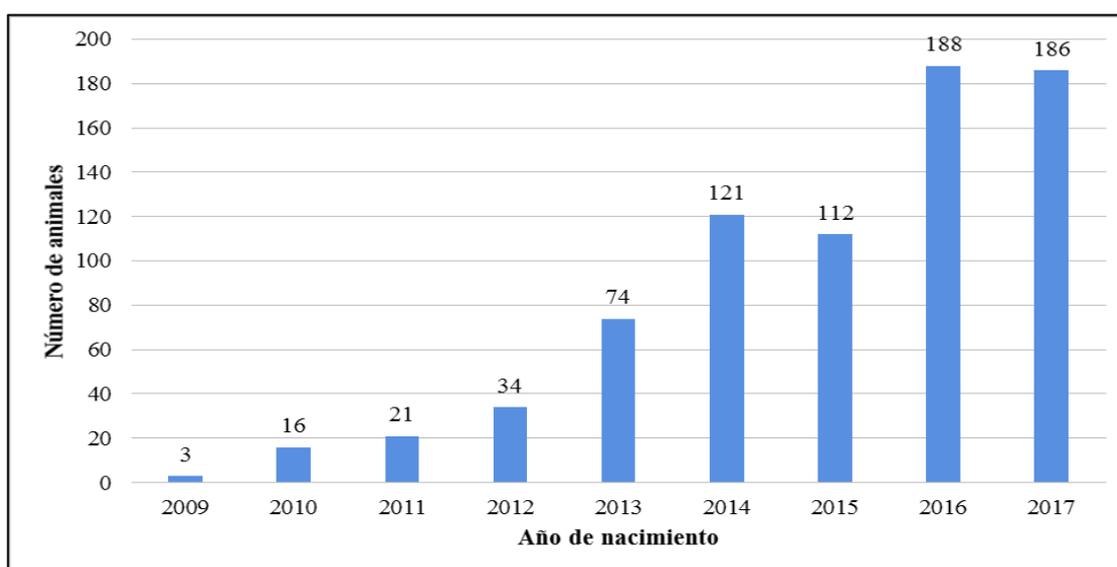
Esta podría ser la razón de porqué las hijas de los toros importados tienen una mayor producción de leche comparada con las hijas de toros nacionales. Sin embargo, se debería tener en cuenta la cantidad de información registrada, el periodo y la proporción en el que se utilizaron en el establo.

**Tabla 11:** Media de Kg de leche a 305 días (ajustada por edad) de las vacas del establo Granados según la procedencia de sus padres.

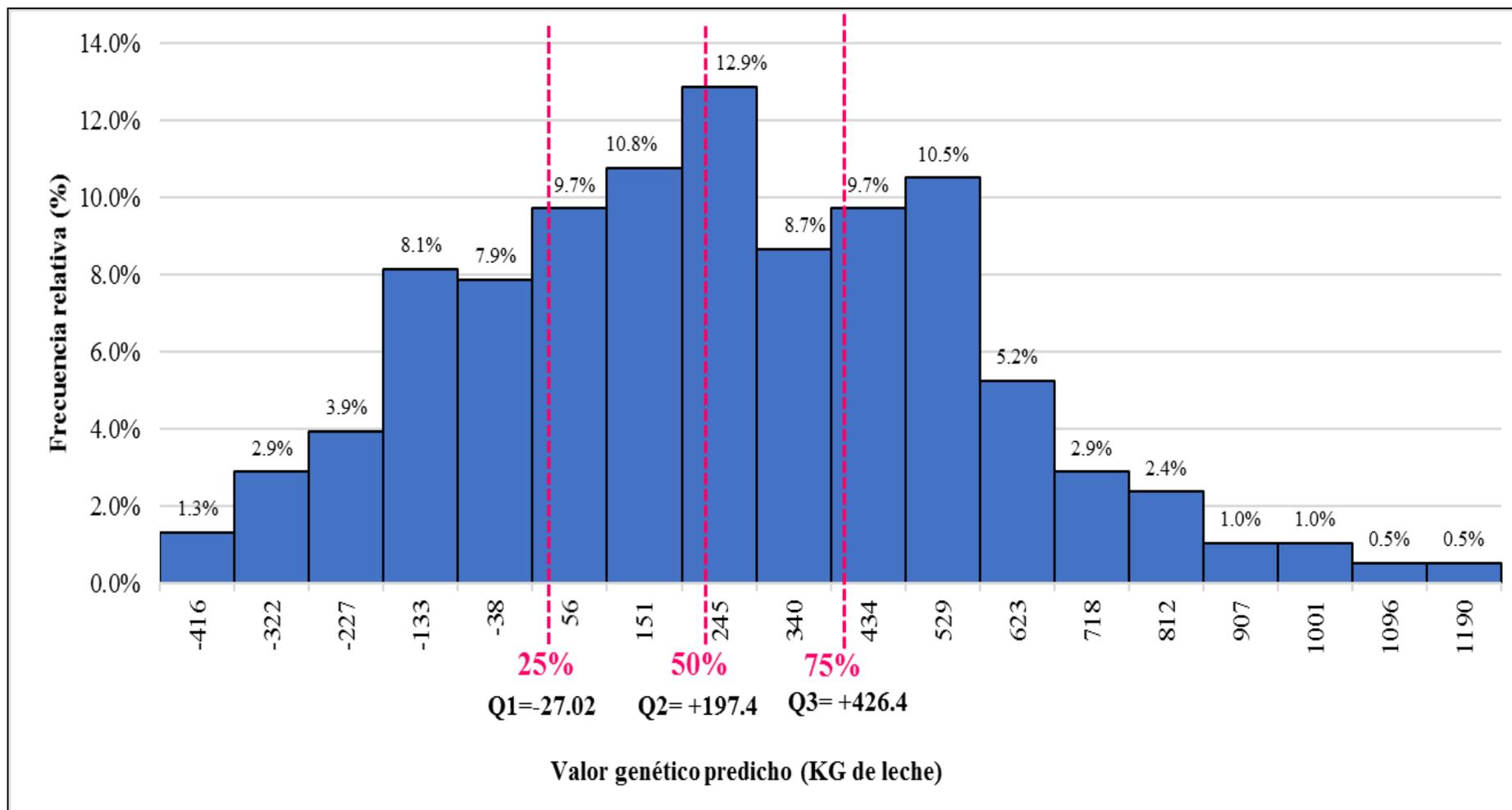
Procedencia del toro	Nº lactaciones	Porcentaje (%)	Media de C305D ajustada de las hijas	Error estándar
Importado	1 989	69.5	9 866.6	116.4
Nacional	671	23.4	9 680.6	120.2
Desconocido	202	7.1	9 397.3	155.8
Total	2 862	100		

#### 4.2.3. Valores genéticos (VG) de hembras vivas

De las 2 590 hembras del establo Granados se mantienen vivas actualmente sólo 755 y son nacidas entre los últimos ocho años (2009-2017), de las cuales 381 (50.5 por ciento) son vacas con más de una lactancia y 374 (49.5 por ciento) son animales jóvenes. Por lo tanto, en la Figura 16 se muestra la distribución de las hembras vivas según el año de nacimiento. Se observa un mayor número de animales en los últimos años, esto indica la presencia de hembras jóvenes que son disponibles para ser seleccionadas.



**Figura 16:** Distribución de las hembras del establo Granados nacidas en el periodo 2009-2017.



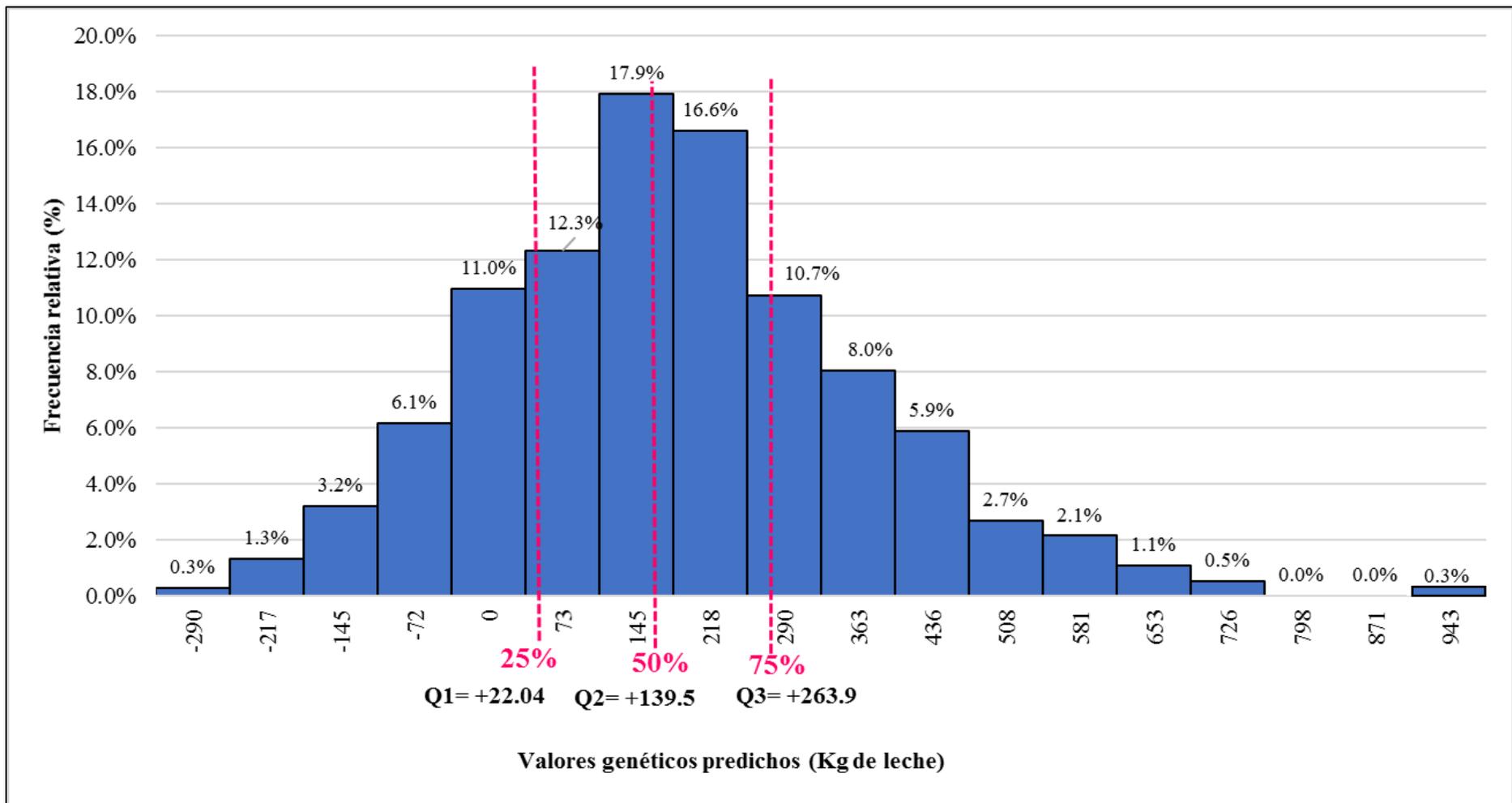
**Figura 17:** Frecuencia relativa de las vacas vivas según sus valores genéticos.

De las 381 vacas nacidas durante el 2009 y 2015, el 72 por ciento de animales tienen valores positivos. Por lo que hay un alto número de animales con que deben permanecer en el establo. Los VG para las vacas vivas tienen un valor mínimo de -510.6 y un valor máximo de +1 190.

La Figura 17 muestra la frecuencia relativa de las vacas vivas según sus valores genéticos donde el 25 por ciento de ellas tienen valores para la producción de leche menor o igual a -27.02, el 50 por ciento menor o igual a +197.4 y un 75 por ciento menor o igual a +426.4. Por lo tanto, si el establo desea seguir mejorando el rendimiento productivo deberá eliminar al 25 por ciento de las hembras con valores negativos y bajos. En el Anexo 5 se puede apreciar el listado de las hembras vivas con sus respectivos valores genéticos y error estándar.

Los valores genéticos estimados para las terneras vivas tienen un valor mínimo de -362.5 y un valor máximo de +943.4. De las 374 terneras nacidas durante el 2016 y 2017, el 78 por ciento de animales (292) tienen valores positivos, la Figura 18 muestra la frecuencia relativa de las terneras vivas según sus valores genéticos donde el 25 por ciento de ellas tienen valores para la producción de leche menor o igual a +22.04, el 50 por ciento menor o igual a +139.5 y un 75 por ciento menor o igual a +263.9. Por lo tanto, el 75 por ciento de estas terneras son aquellas con valores más altos y que deben ser seleccionadas ya que se mantendrán más tiempo en el establo, esto podría indicar que la tendencia genética en los años siguientes seguirá siendo positivas.

También, se muestran las hembras vivas con los valores genéticos más altos en la Tabla 12. La hembra con el VG más alto es la vaca N° 1498, con + 1 190 Kg de leche, hija la vaca N° 1193 y del toro FUSTEAD EMORY BLITZ-ET. Continúan la lista de VG más altos, las hijas de los toros **\*\*BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET**, **BRANDT-VIEW HEFTY-ET**, **\*\*KED OUTSIDE JANCE-ET**, con +1 105, +1 056 y +1 025 Kg de leche respectivamente. Estas son las hembras que deben ser mantenidas en el establo, además esta lista de las mejores vacas vivas servirá al establo para tener más confianza de que casa comercial le está ofreciendo genética de calidad para sus objetivos, hacer un seguimiento a las hijas de estas vacas y también a las futuras madres, además de evaluar su conformación y características de tipo.



**Figura 18:** Frecuencia relativa de las terneras vivas según sus valores genéticos.

**Tabla 12:** Lista de las 20 hembras vivas con los VG (Kg) más altos para producción de leche.

N° de orden	Año de nacimiento	Arete	Código del Padre	Nombre común del padre	Madre	VGP	E.E	Fiabilidad	N° Hijas
1	2010	1498	HOUSA000017013604	FUSTEAD EMORY BLITZ-ET	1193	1 190.0	416.7	0.47	3
2	2013	2045	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET	1332	1 105.0	455.0	0.36	1
3	2013	2084	HOUSA000138550394	BRANDT-VIEW HEFTY-ET	1498	1 056.0	436.6	0.42	1
4	2012	1789	HOUSA000134438052	**KED OUTSIDE JANICE-ET	1322	1 025.0	436.1	0.42	2
5	2010	1471	HOUSA000017013604	FUSTEAD EMORY BLITZ-ET	1174	982.6	445.4	0.39	2
6	2014	2171	HO840003004373270	**RONELEE GOLD DIGGER-ET	1299	977.1	444.8	0.39	2
7	2017	2826	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET	2084	943.4**	514.7	0.19	0
8	2010	1563	HOUSA000062942427	LOTTA-HILL SHOTTLE 41-ET	695	943.0	417.5	0.47	2
9	2013	2041	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET	1163	917.5	453.4	0.37	1
10	2013	2024	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET	1133	884.3	443.6	0.40	1
11	2010	1549	HOUSA000138550394	BRANDT-VIEW HEFTY-ET	1240	866.8	417.0	0.47	1
12	2013	2050	HOUSA000138550394	BRANDT-VIEW HEFTY-ET	1273	830.3	438.6	0.41	1
13	2012	C098	HOUSA000132973942	EMERALD-ACR-SA T-BAXTER	C397	827.1	469.1	0.32	2
14	2015	2440	HO840003004373270	**RONELEE GOLD DIGGER-ET	1299	811.0**	488.0	0.27	0
15	2014	2173	HO840003004373270	**RONELEE GOLD DIGGER-ET	1000	798.5	445.7	0.39	3
16	2013	2023	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET	413_OLIVAR	780.5	463.9	0.34	2
17	2013	2111	HOUSA000062065919	CHARLESDALE SUPERSTITION-ET	966	768.5	462.1	0.35	1
18	2011	1735	HOPER14944	CAMAY BLITZ KYLE BINGO	1240	766.4	439.5	0.41	1
19	2014	2185	HO840003004373270	**RONELEE GOLD DIGGER-ET	1594	758.2**	451.5	0.37	0
20	2013	1994	HOUSA000138550394	BRANDT-VIEW HEFTY-ET	1041	745.2	428.6	0.44	2

\*\* Valor genético estimado

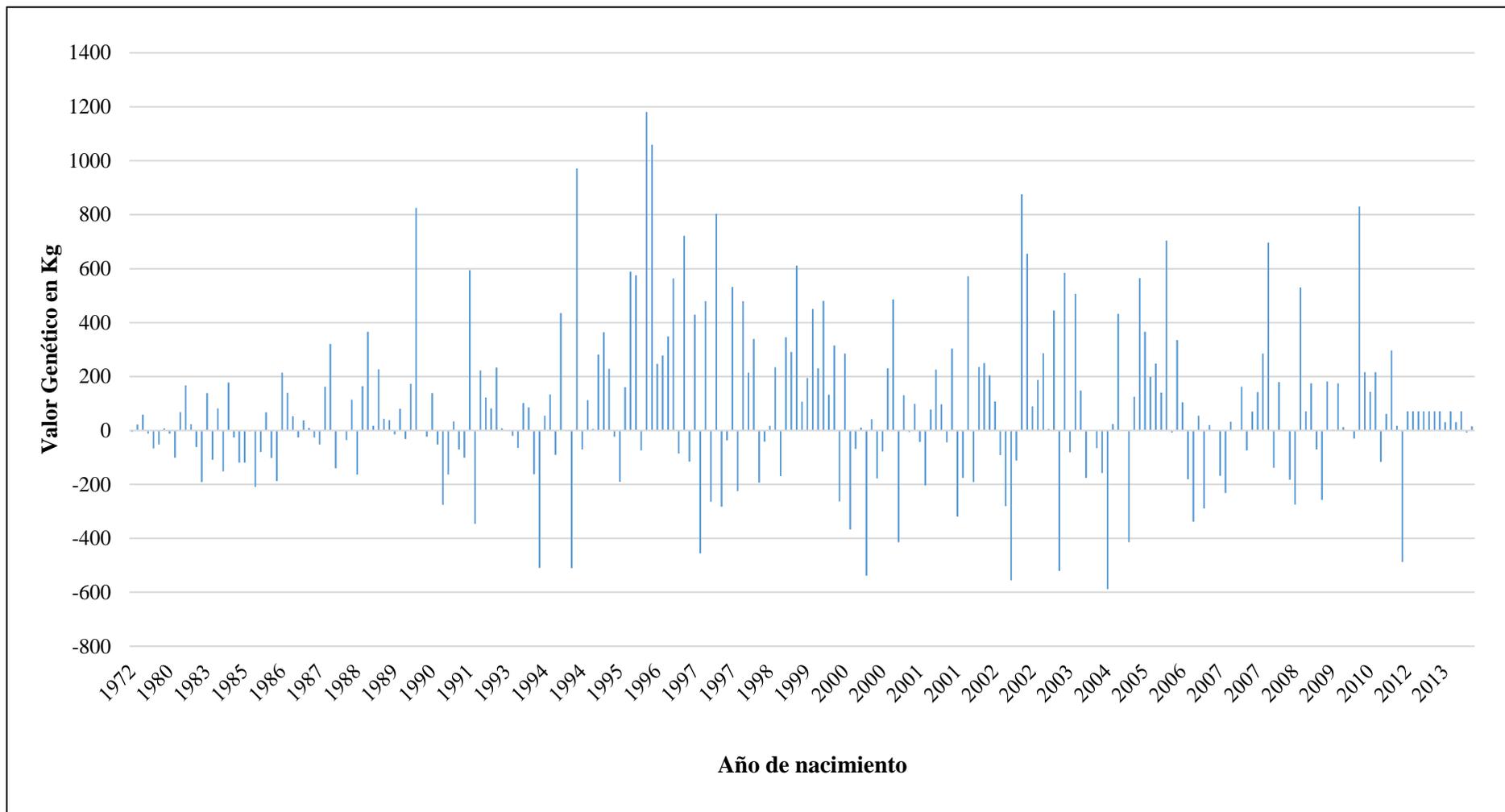
#### 4.2.4. Valores genéticos (VG) para toros

El total de toros que el establo Granados ha empleado como reproductores son un total de 251 nacidos durante el periodo 1972 – 2014. La Tabla 13 muestra que para los toros los VG para PL que tuvieron un rango de -587.6 Kg a +1 181.0 Kg, con una media de  $82.1 \pm 17.8$ . En el caso de los toros, estos no tienen registros de producción, pero tienen hijas y también parentesco con otros animales, con esto es posible obtener sus VG. La confiabilidad dependerá del número de hijas, y de los registros que tengan estas, las confiabilidades variaron de 0.01 a 0.74 con una media de 0.23, no se obtuvo mayor confiabilidad debido a que se está analizando datos de un establo, existe poca información de los toros, las confiabilidades más bajas eran para animales más antiguos (fundadores), o aquellos que tenían menor número de hijas y estas a su vez poca o ninguna información productiva.

**Tabla 13:** Datos generales de los VG (Kg) para producción de leche de los toros usados en el establo Granados, 1972-2014.

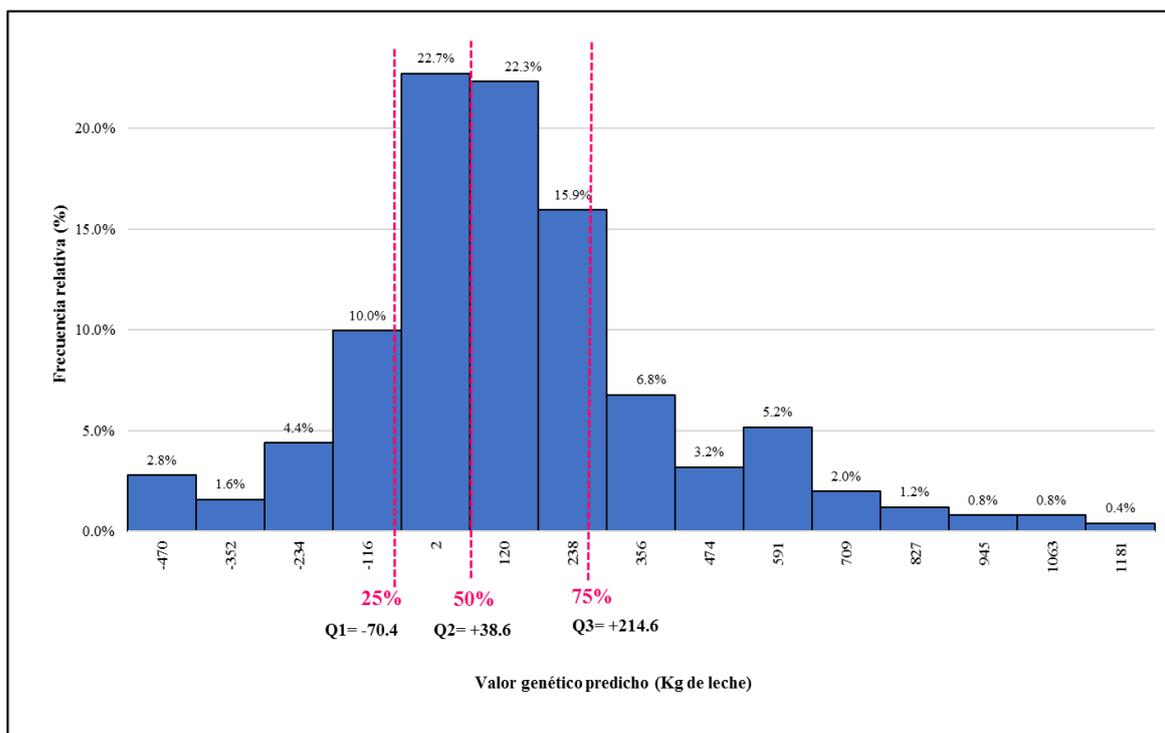
Detalle	N	Porcentaje (%)
Total de Toros utilizados en el establo Granados	251	
Promedio de VG (Kg de leche) $\pm$ Error estándar	$82.1 \pm 17.8$	
VG Mínimo individual (Kg de leche)	-587.6	
VG Máximo individual (Kg de leche)	+1 181.0	
Promedio de las Confiabilidades del VG	0.23	
Confiabilidad mínima	0.01	
Confiabilidad máxima	0.74	
Población VG $\leq$ 0	104	41.4
Toros, $0 < VG < +500$ Kg	125	49.8
Toros, VG $\geq +500$ Kg	22	8.8

La Figura 19, muestra los VG para los 251 toros evaluados, se observa que a través de los años los VG han fluctuado entre valores positivos y negativos, esto indica que el establo ha tenido una selección de toros basados no sólo en mérito genético para leche sino también para otras características como tipo.



**Figura 19:** Distribución de los valores genéticos de los toros usados en el establo Granados según su fecha de nacimiento.

En la Figura 20 se presenta la frecuencia relativa de los toros nacidos durante 1972 al 2014, según sus valores genéticos, donde el 25 por ciento de ellos tienen valores para la producción de leche menor o igual a -70.4, el 50 por ciento menor o igual a +38.6 y un 75 por ciento menor o igual a +214.6. Se observó un mayor número de toros con valores positivos. El Anexo 6 muestra los VG para todos los toros utilizados en el establo.



**Figura 20:** Frecuencia relativa de los toros usados en el establo Granados según sus valores genéticos.

También, se identificaron los toros con los valores genéticos más altos (Tabla 14). Podemos observar que los toros de mayor valor genético pertenecen a las casas comerciales de SELECT SIRE, CRI (Cooperative Resources International), ALTA GENETICS. Salinas (2016) señala que estas casas comerciales son las de mayor distribución de semen importado para la raza Holstein. Además, dichas casas comerciales se han mantenido con altos promedios de HPT (Habilidad Predicha de Transmisión) para producción de leche. Esto demuestra que el establo Granados selecciona toros de diferentes casas comerciales buscando la mayor genética lechera. El BNS (Banco Nacional de Semen) también cuenta con toros de altos valores genéticos altos, ya que diferentes criadoras de ganado lechero como Milkito, UNA La Molina, Camay, Huampaní, Gloria, San Isidro, El Suche, Monte Grande, El Pino y El Sequión, contribuyen con sus mejores reproductores (Pallette 2001).

**Tabla 14:** Lista de los 10 toros con los VG (Kg) más altos para producción de leche y los 10 toros con los valores más bajos que fueron usados en el establo Granados.

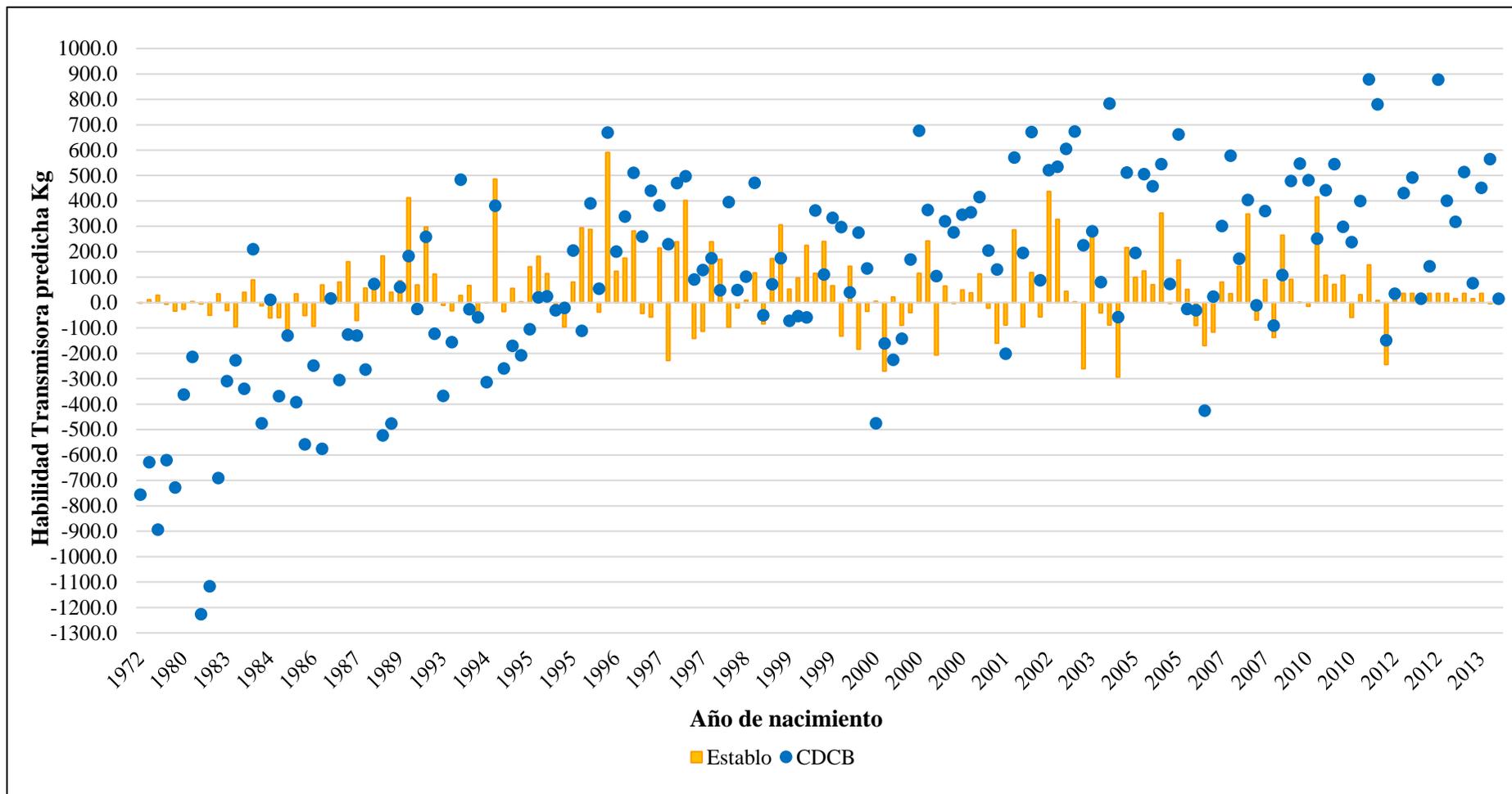
Nº	Año de nacimiento	Código	Nombre completo	VG	E. E	Fiabilidad	Nº de hijas	VG CDCB	Casa comercial
1	1996	HOUSA000017013604	FUSTEAD EMORY <b>BLITZ</b> -ET	1181	369	0.6	19	1339	Select Sire
2	1996	HOPER10261	GLORIA BELLWOOD DAZZLER <b>CAMPEON</b>	1060	391	0.5	19	-	BNS
3	1994	HOUSA000002266073	CHAPEL-BANK <b>AEROTATION</b>	972	332	0.7	27	762	CRI
4	2002	HOUSA000133506064	**VELKOMMEN-VALLEY <b>JORIDY</b> -ET	875	340	0.6	29	1041	Alta Genetics
5	2010	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE- <b>RED</b> -ET	831	453	0.4	21	504	CRI
6	1989	HOUSA000002110495	COASTAL CLEITUS <b>ANDREW</b>	826	485	0.3	6	367	CRI
7	1997	HOUSA000017356478	COOKLEE FORMATION <b>1764</b> -ET	803	399	0.5	13	995	CRI
8	1997	HOPER9761	GLORIA BERT JACK <b>SILVESTRE</b>	722	444	0.4	8	-	BNS
9	2005	HOUSA000062942427	LOTTA-HILL <b>SHOTTLE</b> 41-ET	704	313	0.7	67	1090	CRI
10	2007	HOUSA000138550394	BRANDT-VIEW <b>HEFTY</b> -ET	697	290	0.7	77	808	CRI
11	2000	HOUSA000060180343	**SHADYCREST-H <b>MEGATON</b> -ET	-414	439	0.4	8	209	ABS
12	2005	HOPER14740	MOLINERO SOSA GARTER <b>MIGUEL</b>	-414	376	0.6	30	-	BNS
13	1997	HOUSA000017347508	BEACHLAWN BLWOOD <b>LILLY</b> -ET	-455	472	0.3	8	459	CRI
14	2012	HOUSA000071302858	**MR LOOKOUT PESCE <b>ALTA5G</b> -ET	-487	507	0.2	11	-297	Alta Genetics
15	1994	BUCKANNER	BUCKANNER	-509	446	0.4	13	-	Desconocido
16	1994	HOPER9421	BSP. BELL BOSS DEVINE <b>JUNIOR</b>	-510	493	0.3	8	-	BNS
17	2003	HOUSA000134422312	**GEN-MARK STMATIC <b>SANCHEZ</b>	-521	332	0.7	65	453	Select Sire
18	2000	HOUSA000129898447	**MORNINGVIEW <b>JINGLES</b> -ET	-538	413	0.5	12	-321	ABS
19	2002	89345	89345	-555	484	0.3	4	-	Desconocido
20	2004	HOITA056990003736	CAROL CHAMPION <b>MENTAL</b> ET TV	-588	490	0.3	4	-	Semenzoo

Al comparar los diferentes valores genéticos obtenidos en este estudio, con los obtenidos por el CDCB (Council on Dairy Cattle Breeding) en la prueba del mes de agosto del 2018 para toros importados, podemos constatar que no siempre los toros que son positivos para la evaluación de Estados Unidos lo serán en nuestras condiciones, debido a que existe interacción genotipo-ambiente. Esto es importante si los individuos de una población se crían en diferentes condiciones (Falconer y Mackay 1996).

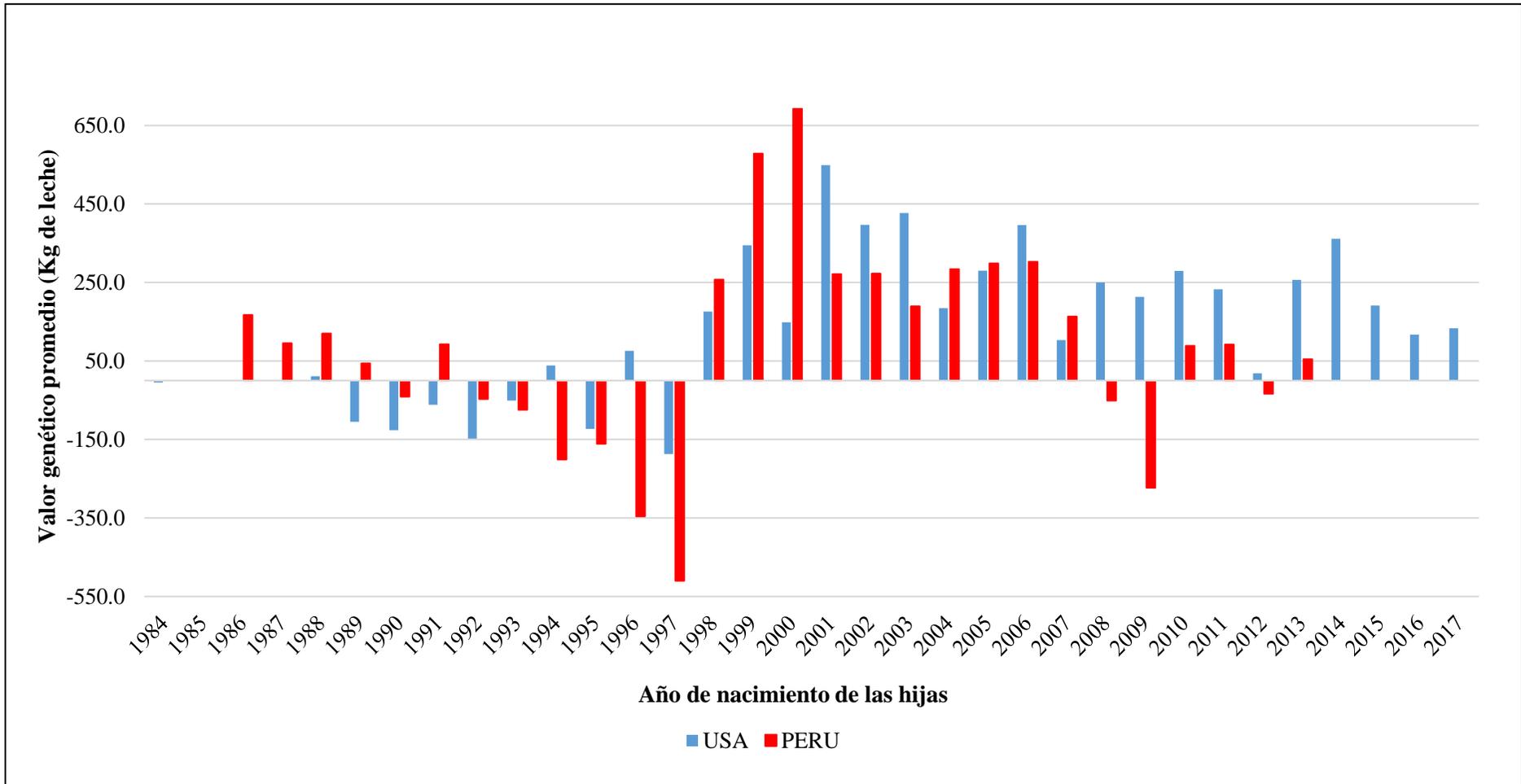
Para evaluar si existe interacción genotipo-ambiente, se comparan los valores genéticos de los mismos individuos evaluados en diferentes ambientes, la correlación entre ambos valores es el criterio más útil para evaluar la importancia de la Interacción en la cría de animales (Dickerson, 1977 citado por Montaldo 2001). Por lo tanto, se usó la correlación de Pearson entre los valores genéticos estimados en el establo Granados contra los del CDCB.

Según Robertson (1959) citado por Montaldo (2001) correlaciones inferiores a 0.8 causan reducciones importantes en la eficiencia de los programas de mejoramiento, además en ausencia de interacción la correlación es igual a uno. La correlación Pearson, para los valores genéticos en el Establo Granados y el CDCB (EEUU) fue de 0.32 con un  $p < 0.0001$ , es decir si hay correlación. Sin embargo, el valor indica que la magnitud de la correlación es baja y confirma la presencia de interacción. Es decir, los toros con mayor rendimiento en otras partes del mundo quizás no lo tengan en las condiciones del establo Granados. Según lo citado por Hernández *et al.* (2016), esta correlación concuerda con lo obtenido por Valencia *et al.* en el 2008 para ganado Holstein en México, obtuvieron una correlación de 0.38 para las regiones norte-sur, además afirman que esta menor correlación indicó una importante interacción.

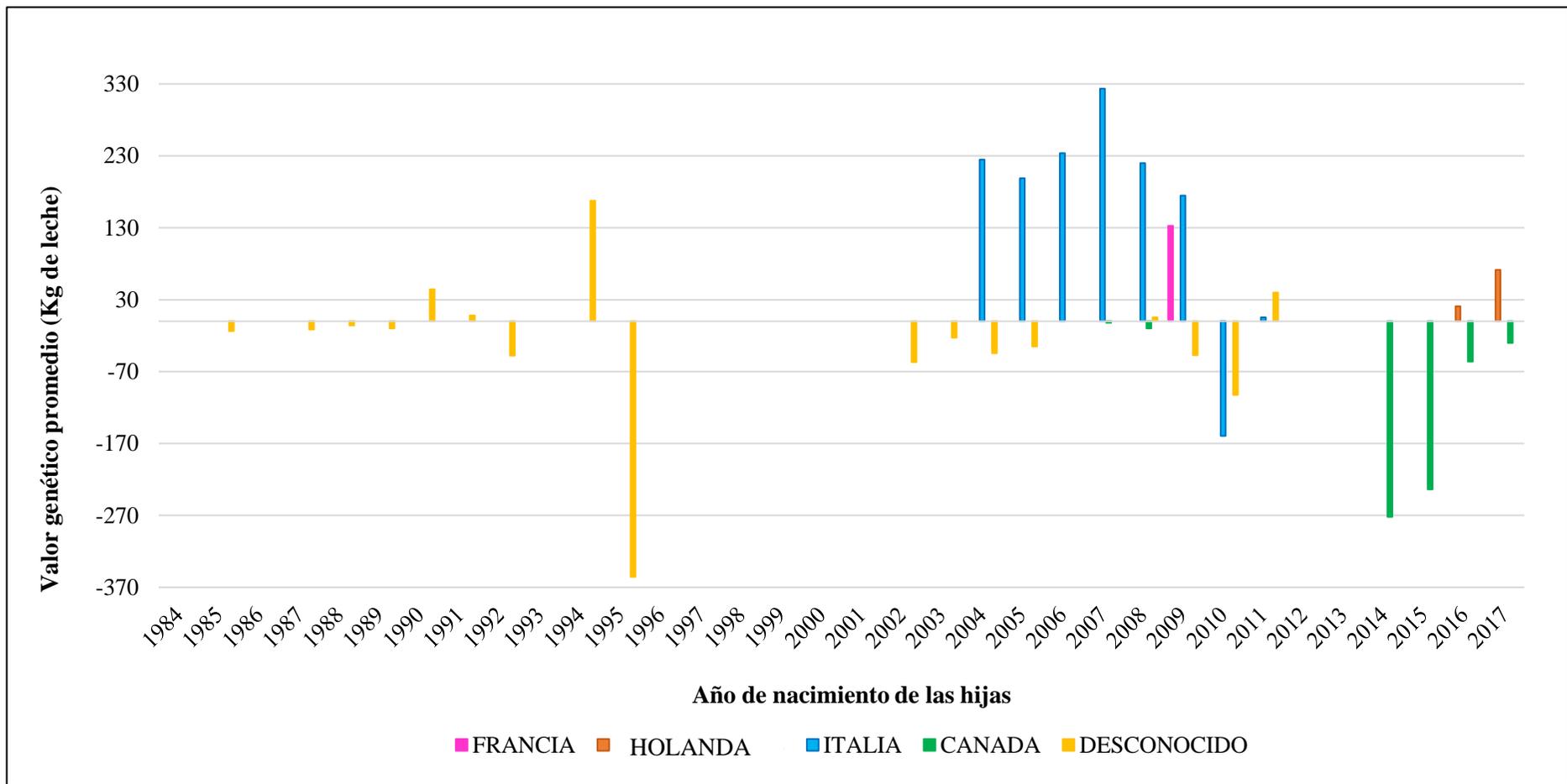
Considerando el valor genético predicho en nuestro país o el obtenido en el CDCB para toros importados, existe un cambio en el orden de los toros de acuerdo al valor considerado, esto evidencia una alta interacción genotipo-ambiente. Esto es importante de considerar en la selección de los toros más apropiados a un sistema de producción (Hernández *et al.* 2016). Estos resultados concuerdan con Echeverry *et al.* (2014) quienes, en su investigación demuestran la alta interacción genotipo-ambiente presente entre los toros evaluados en Antioquia y los foráneos en Colombia. Esto se muestra en la Figura 21, donde la distribución de los HPT (habilidad predicha de transmisión) de los toros evaluados tanto en Estados Unidos como en el establo Granados no sigue la misma tendencia.



**Figura 21:** Distribución de los valores de habilidad transmisora predicha obtenidos de la evaluación genética del CDCB y del establo realizada en agosto-2018 para toros importados.



**Figura 22:** Distribución de los valores genéticos de los toros usados en el establo Granados provenientes de USA y Perú según año de nacimiento de sus hijas, 1984-2017.



**Figura 23:** Distribución de los valores genéticos de los toros utilizados en el establo Granados provenientes de otros países según año de nacimiento de sus hijas, 1984-2017.

En la figura 22 y 23, se observan la distribución de la media de los valores genéticos según el país de origen de los toros y año de nacimiento de sus hijas. Además en los Anexos 9 y 10 muestran la distribución de los VG para toros según su país de origen. En los inicios del establo, se utilizaban principalmente toros americanos, nacionales y algunos de origen desconocido. Si bien los valores genéticos de los toros nacionales han variado entre positivos y negativos, en algunos años superan a los valores de los toros americanos. A partir del año 2004 se comienzan a utilizar toros provenientes de otros países como Italia, Canadá en el año 2007 y Francia en el 2009, estos toros tuvieron valores genéticos positivos para la producción de leche. Sin embargo, se puede apreciar que los promedios de los valores genéticos para los toros canadienses resultaron ser negativo para la producción de leche desde el año 2014.

El uso de toros nacionales se limitó a partir del año 2013 y en los últimos años se ha usado principalmente toros provenientes de USA, Holanda y Canadá. La Figura 23 muestra una disminución en los promedios de VG a partir del 2000, esto estaría indicando que los toros no son seleccionados teniendo en cuenta solo la producción de leche, sino también otras características.

#### **4.3. Tendencia genética del establo Granados para producción de leche, periodo 1982-2017**

La Figura 24, muestra la media de los VG por año y la estimación lineal de la tendencia genética de la PL. En los primeros años, se muestra que para 1982 hubo una media de VG de -61 Kg de leche, manteniendo valores negativos hasta 1997.

Pequeños picos de incremento en los años 1988 con una media +14 Kg y +69 Kg en 1991, esto debido principalmente al uso de toros nacionales que resultaron con VG positivos.

En el año 1988 se tuvo un 32, 40 y 28 por ciento de hijas de toros nacionales, americanos y desconocidos, respectivamente. Del total de hijas se encontró un 60 por ciento de hijas provenientes de toros con VG positivos usados en estos años. Se pueden mencionar a los toros nacionales más usados como: MOLINERO AMIGO STAR CONDOR (+168 Kg) con un 20 por ciento de hijas, MOLINERO ACHILLES GEM HUANCA (+138 Kg) 8 por ciento. Dentro de los toros importados: DEAN-C-T NED BOY TOP DOG (USA, +139 Kg) con el 4 por ciento de hijas, \*\*LUTZ-BROOKVIEW MARVEL-ET (+68 Kg) con 8 por ciento.

Para 1991, se tuvo un 30, 10 y 60 por ciento de hijas de toros nacionales, americanos y desconocidos, respectivamente. Además, del total de hijas un 60 por ciento provenían de toros con VG positivos. Predominaron las hijas del toro nacional SUCHE MARSHFIELD TUMI (+215 Kg) con 20 por ciento, seguido de 10 por ciento de hijas del toro desconocido BREMMER (+226).

A partir del año 1995 se observa una caída en los VG de las hembras y en 1997 se registra la media más negativa de todo el periodo con -263 Kg de leche. En este periodo se registró un total de 33 por ciento de hijas de toros nacionales, 30 por ciento de toros importados y 37 por ciento de toros desconocidos; además, del total de hembras el 65 por ciento fueron hijas provenientes de toros con VG negativos. Se puede mencionar un siete por ciento de hijas del toro BSP. BELL BOSS DEVINE JUNIOR (-510 Kg), 13 por ciento de CAMAY ODYSSEY MISTY SYPAN (-346 Kg), siete por ciento de MOLINERO GYUS MISTY SHALOM (-275 Kg), 13 por ciento del toro americano FISHER-FERRAND MK FENTON-ET (-140 Kg) y 19 por ciento del toro BUCKANNER (-509 Kg) de origen desconocido. Esto se observa en las Figuras 22 y 23, donde los VG más negativos es para toros nacionales y desconocidos utilizados durante este periodo. Los VG negativos de las hembras se debe a que los toros utilizados en estos años no eran seleccionados en base a un objetivo claro de mejora genética para PL, los toros eran utilizados por que en su tiempo eran los q recién salían al mercado, los que estaban a menor precio o por sugerencia de algún vecino ganadero.

Luego, se observa un incremento en la media de los VG durante los años 1998 al 2000, logrando un incremento anual de +119 Kg /año en este periodo, esto como resultado del aumento en el uso de animales de mayor calidad genética para la PL principalmente de toros nacionales, además de que se establecen nuevas políticas administrativas en el establo. Así tenemos un total de 65.5 por ciento de hijas de toros nacionales y 35.5 por ciento de hijas de toros americanos, además sólo se encontró un seis por ciento de hijas provenientes de toros con VG negativos usados en estos años. Dentro de los toros nacionales, los más utilizados en este periodo fueron GLORIA BELLWOOD DAZZLER CAMPEON (+1 060 Kg), GLORIA BERT JACK SILVESTRE (+721 Kg), MILKITO LOTTERY F SAMOA (+435 Kg), CAMAY SHAZAM G DUSTER PABLO (+277 Kg). Como toros americanos más utilizados en estos años se pueden mencionar a COASTAL CLEITUS ANDREW (+ 825 Kg), \*\*SHEN-VAL NV LM FASHION-ET (+223 Kg), BOMAZ DESTRUCTION-ET (+164 Kg).

Si bien es cierto, las hijas de estos toros con VG positivos para PL incrementaron su producción, el administrador del establo observó que muchas de las vacas de alta producción tenían ubres desbalanceadas, de mala conformación con inserciones débiles, esto aumentó la predisposición de presentar problemas de salud de la ubre como la mastitis.

Por lo que a partir del año 2000 un objetivo de mejora genética fue tener vacas con ubres de adecuada profundidad, por lo que la selección se realizó en función de características de tipo, esto ocasionó una disminución de los VG para PL durante el 2001 al 2004. Así tenemos un total de por 27 ciento de hijas de toros nacionales, 43 por ciento de toros americanos y 30 por ciento de toros desconocidos, y se encontró un 19 por ciento de hijas provenientes de toros con VG negativos usados en estos años. Se pueden mencionar a toros con VG negativos para producción de leche como \*\*CHEESEHEADS FAN-ET (-367 Kg), GLEN-D-HAVEN RUDOLPH JETTA (-282 Kg), \*\*LANGACRES BRAVEHEART-ET (-190 Kg).

Desde el 2005 la selección de los toros se realiza en la búsqueda de un equilibrio entre mejorar la productividad de leche y tener vacas funcionales con una mayor vida productiva y pocos problemas de salud en el establo, manteniéndose esta selección hasta el 2017, por ello se observan caídas y subidas en los VG. En el año 2013 se encontró 0.59 por ciento de hijas de toros nacionales, y para el 2014 el 100 por ciento de hembras son hijas de toros importados, con un 29 por ciento de hijas de toros con VG negativos. La administración del establo decide dejar de usar semen de toros nacionales debido a que los valores genéticos para estos reproductores eran estimados en base a la información de padres y abuelo materno, teniendo valores bajos de confiabilidad (~40 por ciento). Con el uso de nuevas tecnologías y mayor acceso a la información, los encargados del establo además de necesitar información de otras características, buscan valores con mayor confiabilidad en evaluaciones genéticas realizadas en otros países.

Los valores genéticos de las vacas del establo Granados han pasado de -61 Kg de leche en el año 1982 a +164 Kg en el año 2017, teniendo una tendencia genética de +225 Kg en este periodo de 35 años. Los VG para PL de las vacas, han tenido un aumento anual de + 8.2 Kg en el periodo 1982 – 2017.

Tendencias genéticas superiores a la estimada en este estudio fueron reportados por el CDCB en USA, quienes muestran una tendencia positiva de valores genéticos para PL en la raza

Holstein con -5000 libras de leche en el año 1982, incrementando hasta +2000 libras al año 2015, esto indica un cambio anual de 75 libras (34.3 Kg). Toledo *et al.* (2014) en su investigación realizada en México, estimó una tendencia genética positiva para la PL de +100 Kg en el 2007 a +250 Kg en el 2011, teniendo un incremento de +30 Kg por año. Esto indica que los ganaderos en EEUU y México incrementaron gradualmente la utilización de vacas y toros con mejor calidad genética para producción de leche en sus hatos durante estos años.

Los resultados de este trabajo siguen siendo menores a lo estimado por otros autores como: Boligon *et al.* (2005) en Brasil, con una tendencia genética positiva de +9.51 Kg de leche por año durante 1984-1998; Chegini *et al.* (2013) estimó una tendencia genética de +21 Kg de leche por año para vacas Holstein en Irán para los años 2002 al 2007 y Haiduck Padilha *et al.* (2019) reportan una tendencia positiva de +17.5 Kg/año en Brasil para los años 1989 al 2008. Estos resultados pueden deberse al uso de toros de mayor valor genético para esta característica en estos países.

El valor obtenido para esta investigación es inferior debido a que la selección de los reproductores se realizaba considerando diferentes características, por lo que existe una menor tendencia genética para la producción de leche.

Los resultados obtenidos en esta investigación son mejores, si son comparados con lo obtenido por Sahin *et al.* (2012) quienes evaluaron ganado Holstein en Turquía, encontrando una tendencia genética de -2.46 Kg de leche por año para una campaña a 305 días en un periodo de 20 años (1987-2006). Katok y Yanar (2012), estimaron también para vacas Holstein en Turquía una tendencia genética de + 3.7 Kg/año durante el periodo 1995-2008. Aunque en los últimos años esta tendencia fue positiva, tuvo valores bajos; esto se debe a que la selección de los toros destinados a la reproducción en Turquía se basa a menudo en los registros genealógicos y las observaciones fenotípicas en lugar de estimaciones más fiables del valor de cría tales como pruebas, mientras que en el establo Granados la selección de toros no se realiza sólo por fenotipo, sino también en base a evaluaciones genéticas de otros países. Konkruea *et al.* (2018) estimaron un valor de +1.5 Kg/año para la tendencia genética de vacas Holstein en Tailandia durante el periodo 1991-2014, aunque este valor es positivo y bajo, estos autores señalan que, para la realidad de este país tropical, esta tendencia puede indicar que los programas de evaluación genética en esta población fueron capaces de

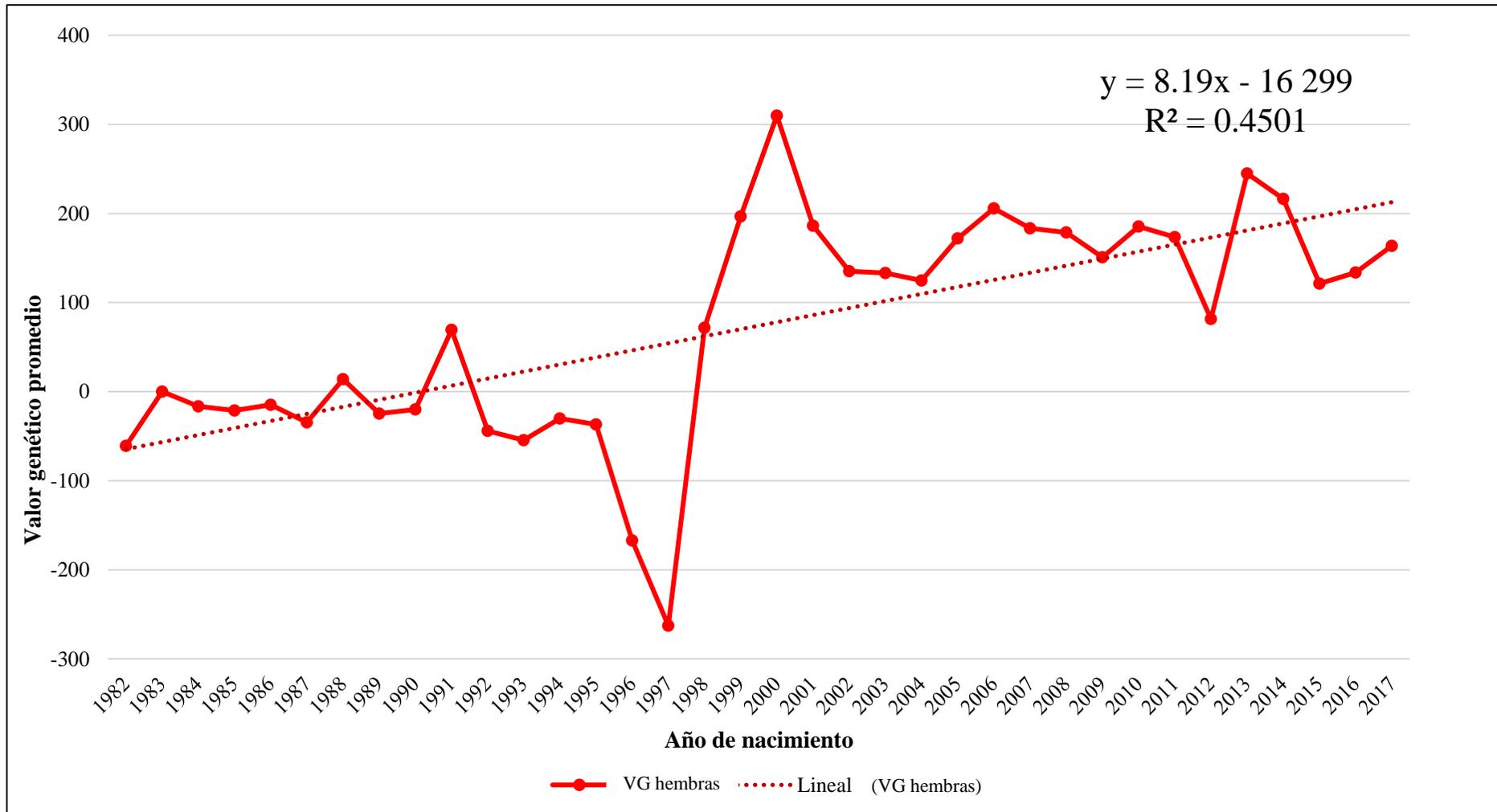
identificar con éxito toros con la mejor combinación en los genes para la producción en estas condiciones de temperaturas altas.

Ghavi (2011) realizó una investigación en Irán durante los años 1990 al 2007 y obtuvo una tendencia de +4.2 Kg de leche por año. Sin embargo, esta tendencia es inferior a lo reportado por otros estudios, incluyendo la presente investigación, esto puede atribuirse a la entrada continua de nuevos toros y vacas en el programa de control lechero, una edad más avanzada al primer parto y el intervalo entre partos de largo, así como la baja frecuencia de uso de toros probados y positivo para la producción de leche.

Durante todo el periodo de estudio, los VG fluctuaron a ser tanto positivos como negativos, las causas de estas variaciones podrían ser resultado de diferentes factores, según González *et al.* (2009) del uso de toros cuyos valores genéticos son estimados por pedigrí con menores confiabilidades, esto trae como consecuencia el uso de toros probados por más tiempo y un aumento en el intervalo generacional, causando un comportamiento inestable de la media de los valores genéticos.

Según Araújo *et al.* (2003), una posible explicación para valores bajos de estimaciones de tendencia genética es el flujo desorganizado del mejoramiento genético; es decir, cada productor adopta sus propios objetivos de selección, independientemente de los demás. En los últimos años, el establo Granados tiene como objetivos de selección características productivas y rasgos funcionales, buscando equilibrar la mejora en la producción de leche y tener animales que se mantengan más tiempo en el establo, por ello la selección de toros no se realiza considerando como única característica la producción de leche, sino que además se tienen en cuenta otras características como fertilidad y tipo.

Aunque las tendencias genéticas para producción de leche de las vacas del establo Granados son positivas, comparado con otras investigaciones el incremento de la tendencia es menor debido a que la selección de reproductores no está definida sólo por PL. De aquí la importancia de la interpretación del análisis de las estimaciones de tendencias genéticas ya que permite asegurar que la selección se dirija hacia los rasgos de importancia económica, además de ayudar en la definición de los objetivos de selección.



**Figura 24:** Tendencia genética de la producción de leche de las hembras del establo Granados, 1982-2017.

#### **4.4. Tendencia fenotípica del establo Granados para producción de leche periodo 1999-2017**

La Figura 25 presenta la media de los valores observados y la estimación lineal de la tendencia fenotípica, se observa que durante el período de estudio el establo Granados ha duplicado la producción de leche, pasando de 6 447 Kg a 12 826 Kg a 305 días, es decir ha tenido un incremento de 6 379 Kg de leche durante el periodo 1999 al 2017. Resultado similar fue reportado por García *et al.* (2016) quienes mencionan que el rendimiento lácteo se ha duplicado desde 6 619 a 12 662 kg de leche en los años de 1963 a 2013 en Estados Unidos.

La tendencia fenotípica estimada del establo Granados para la característica producción de leche, fue de +294.3 Kg de leche por año en una campaña ajustada a 305 días. La ecuación de regresión fue  $-581\ 095 + 294.3X$  con un  $R^2 = 0.8916$ .

Algunos autores atribuyen que las tendencias fenotípicas positivas son resultados de la mejora genética y en menor medida de factores ambientales. Se puede mencionar a García *et al.* (2016), quienes indican que más del 56% de este incremento en la producción de leche en EEUU se puede atribuir a un cambio genético.

Por otro lado, Dash *et al.* (2016) obtuvieron para vacas Holstein en India una tendencia de +18.71 Kg de leche en un periodo de 34 años (1972-2012); Konkrua *et al.* (2018) para el periodo 1991-2014 estimó una tendencia de +21.3 Kg/año. Toledo *et al.* (2014) también indica que obtuvo una estimación de tendencia fenotípica positiva; estas investigaciones sugieren que las mejoras en los rendimientos es resultado de la política de selección de reproductores exclusivamente con énfasis en el rasgo de producción.

Otros investigadores, por el contrario, encontraron que los aumentos en los rendimientos productivos es resultado de mejoras de los factores ambientales. Se pueden citar autores como Vargas y Solano (1995) estimaron una tendencia genética positiva de +111.4 Kg de leche a 305 días para vacas Holstein en Costa Rica durante el periodo 1979 – 1992. Además, concluyeron que estos incrementos fueron debido a factores ambientales.

Por otro lado, Katok y Yanar (2012), quienes estimaron una tendencia fenotípica de -17.7 Kg de leche por año durante el periodo 1995-2008 para vacas Holstein en Turquía con producciones que no superan los 4 000 kg de leche. Estos autores indican que la disminución en este rasgo fenotípico podría atribuirse a factores ambientales adversos, la presencia de enfermedades, así como insuficiente alimentación, las condiciones climáticas y geográficas duras podrían ser algunas de las razones ambientales responsables de este valor negativo. Sahin *et al.* (2012) estimó una tendencia fenotípica lineal de +122 Kg/año durante el periodo 1987-2006, y también concluyó que este incremento de los valores fenotípicos para la producción de leche parece haber sido debido a la mejora de las condiciones ambientales.

La tendencia fenotípica estimada para este trabajo es superior a las mencionadas anteriormente, la variación en estas tendencias es reflejo del nivel de manejo, el cual varía de acuerdo a la habilidad del administrador o encargado del establo, su eficiencia en la supervisión de actividades, manejo del forraje (Katok y Yanar, 2012).

En el Anexo 4, se ve la distribución de las producciones de leche a 305 días ajustadas por edad según estación-año de parto y las mejoras realizadas durante el periodo 1999-2017, en estos años se han realizado cambios graduales en la forma de manejo de los animales, el establecimiento de registros, manejo de la información, establecimiento de protocolos de sanidad y manejo post parto, ajustes en las dietas ofrecidas, etc.

Se pueden indicar que las principales mejoras que han sido establecidas en el establo son: en el año 2000, se tenía un promedio de 6 847 Kg de leche, en este año se cambió la forma de presentación del forraje, pasando de un suministro de maíz chala entera a picada, se hace una recategorización de los animales según su nivel de producción, se establecen diferentes dietas para cada categoría, obteniendo así para el año 2002 un promedio de 8 599 Kg de leche por campaña a 305 días, esto representa un incremento de 1 752 Kg en dos años.

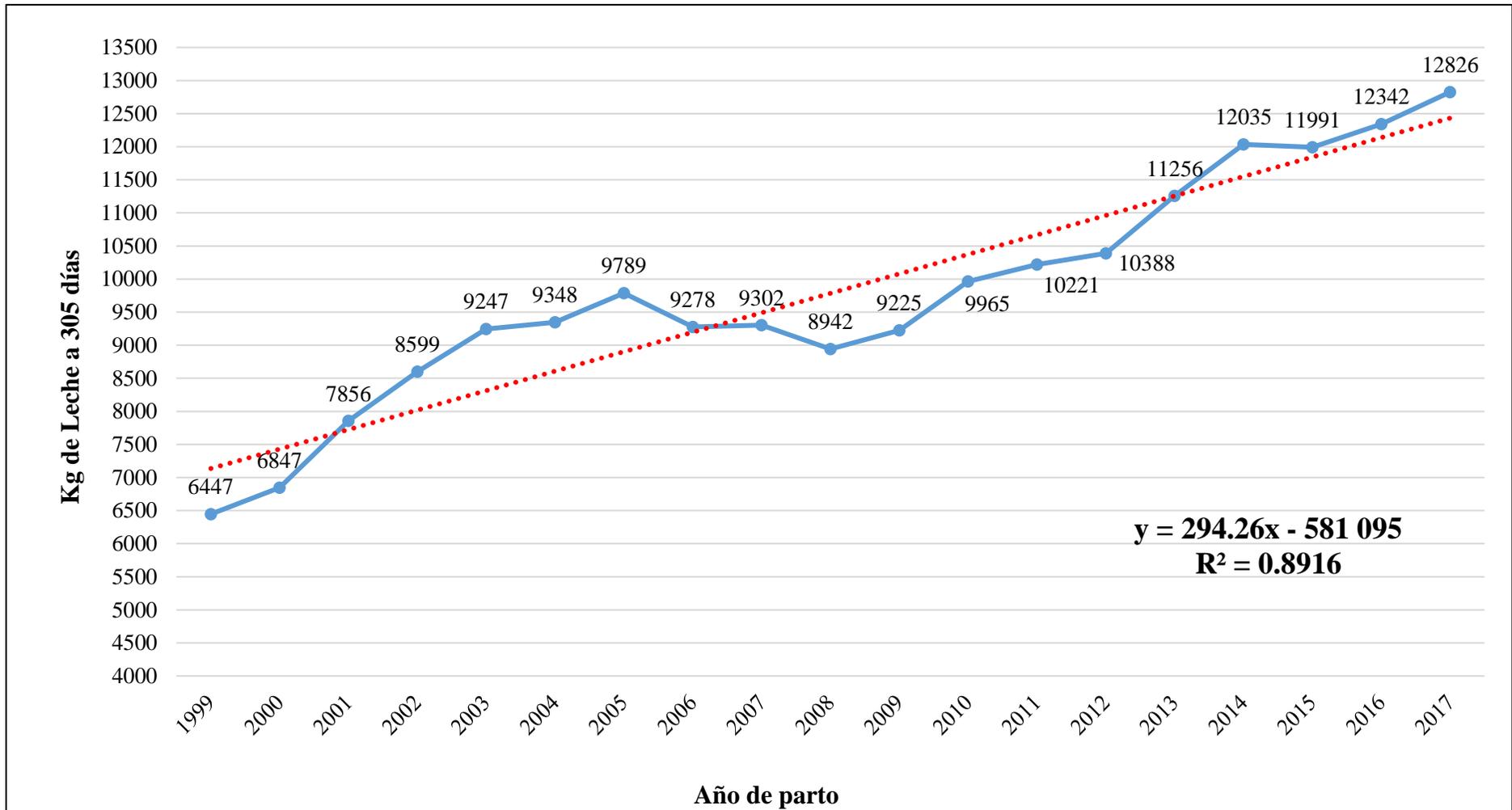
A partir del 2002 se aumentó el número de raciones al día, pasando de una sola ración a dos raciones por día, se adquieren más terreno y las instalaciones fueron mejoradas, se comenzó a separar a los animales según su número de parto, se establece el ordeño mecánico, ya que el ordeño que se hacía era manual. En el 2007 el promedio de producción registrado era de 9 302 Kg, esto indica un incremento de 703 Kg de leche desde el año 2002 al 2007.

Para el año 2007, cambia la frecuencia de ordeño, pasando de realizar 2 ordeños a 3 ordeños por día por lo cual también aumenta una ración más al día. Hasta el año 2013, hubo un incremento de 1 954 Kg de leche. A partir de este año se establece el uso de raciones totalmente mezcladas, se establecen cuatro raciones al día, se comienza a dar ensilado (10 por ciento de la dieta), se comienza a usar un sistema de enfriamiento para las vacas y se logra pasar de un promedio de 11 256 Kg a 12 826 Kg de leche para el año 2017.

Se puede apreciar que estos cambios han influenciado en el comportamiento productivo del establo Granados de manera positiva, esto concuerda con lo reportado por M<sup>h</sup>amdi *et al.* (2012), quienes indicaron que la variación en la producción de leche de un año a otro podría atribuirse a cambios en el tamaño del establo, la edad de los animales y las buenas prácticas de gestión introducidos de un año a otro.

Al igual que Vargas y Solano (1995), el aumento de la media de la producción de leche en los años de estudio del establo Granados se debe principalmente a las mejoras en las condiciones ambientales, tales como condiciones de gestión, salud y nutrición que se ofreció a los animales, y en poca magnitud a la selección o la introducción de genes superiores, ya que la tendencia fenotípica lograda durante 1999-2017 fue de +294.26 Kg/año y la tendencia genética fue de +8.2 Kg/año. Similar a estas tendencias, Sahin *et al.* (2012) reporta que la estimación de su tendencia fenotípica es mayor a su tendencia genética de -2.46 Kg/año. Estos incrementos genéticos anuales no representan el 2% de la media de producción de leche (10 211 Kg) que es teóricamente posible de alcanzar de la media de la población en sistemas convencionales reportado por Kim *et al.* (1999).

Se puede decir que tanto la gestión como la mejora genética deben integrarse para obtener mejores rendimientos y con ello aumentar la rentabilidad del establo.



**Figura 25:** Tendencia fenotípica de la producción de leche a 305 días con y sin ajuste por edad según año de parto del estable Granados, 1999 - 2017.

## V. CONCLUSIONES

Para el establo Granados, con la aplicación del modelo animal de medidas repetidas con los datos genealógicos y los registros productivos del período 1999-2017, se concluyó que:

1. El modelo animal de medidas repetidas de mejor ajuste fue aquel que consideró los efectos fijos de número de parto, año-estación de parto y a la edad al parto como covariable lineal y cuadrática.
2. Los VG para la PL de las vacas y hembras jóvenes que permanecen actualmente en el establo tienen una media de  $+200.9 \pm 16.1$  Kg y  $+148.7 \pm 9.7$  Kg con más del 70 por ciento de valores positivos. Esto indica que se puede realizar una selección objetiva de las hembras vivas según la distribución de sus valores genéticos.
3. Las confiabilidades obtenidas para los valores genéticos fueron bajas y variaron de 0.01 a 0.54 con una media de 0.26; esto debido a la poca información disponible.
4. La tendencia genética fue de  $+ 8.2 \pm 1.6$  Kg de leche para las hembras, un valor positivo, pero que no contribuye a un gran incremento para PL debido a que la selección de toros se basó en características de PL y tipo.
5. La tendencia fenotípica para PL fue de  $+294.3 \pm 24.9$  Kg de leche debido principalmente a las mejoras en aspectos de manejo, alimentación, sanidad, etc., esto se confirma con el bajo valor de heredabilidad ( $h^2$ ) de  $0.16 \pm 0.03$  obtenido del establo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Debido a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

1. Se debe tener en cuenta las variables que serán consideradas como fijos (dependiendo de la información con la que se disponga) y probar diferentes modelos animales para escoger el de mejor ajuste antes de realizar la evaluación genética.
2. Realizar trabajos similares a mayor escala en nuestro país, para disponer de mayor información y que los ganaderos puedan seleccionar a sus animales con valores más reales y de mayor confiabilidad.
3. Las diferentes instituciones del Estado, los profesionales y técnicos dedicados al área pecuaria deben implementar con mayor énfasis el uso de registros tanto genealógicos como de rendimiento de los animales en los diferentes establecimientos de producción para generar mayor información y poder realizar las evaluaciones genéticas.
4. Instituciones como INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) deben seguir apoyando a los profesionales fomentando la realización de trabajos de investigación en el sector agropecuario.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Abdallah, JM.; McDaniel, BT. 2000.** Genetic parameters and trends of milk, fat, days open, and body weight after calving in North Carolina experimental herds. *J Dairy Sci* 83:1364–1370.

**Agudelo, DA.; Cerón, MF.; Restrepo, LF. 2007.** Modeling of growth functions applied to animal production. *Rev Col Cienc Pec*, 20:157-173.

**Alquina, B.; Guamán, N. 2012.** Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del Centro Académico Docente Experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la ecuación de Wood. Universidad Central del Ecuador. 105 p.

**Al-Samarai, F.R.; Abdulrahman, Y.K.; Mohammed, F.A.; Al-Zaidi F.H.; and Al-Anbari, N.N. 2015.** Comparison of several methods of sires evaluation for total milk yield in a herd of Holstein cows in Yemen. *Open Veterinary Journal*, 5 (1): 11-17.

**Amorim, A. 2006.** Melhoramento genético de bubalinos. III Simposio Búfalos de las Américas 2006, Medellín-Colombia.

**Aranguren, J.; Román, RM. 2014.** El modelo animal simple: una metodología para los genetistas. *Logros & Desafíos de la Ganadería Doble Propósito*, 2014: 120-136.

**Arango, J. y Echeverri, J.J. 2014.** Asociación del valor genético del toro con caracteres productivos en vacas lecheras en Colombia. *Archivos de Zootecnia*. Colombia, 3 (242): 227-237.

**Araújo, CV.; Torres, RA.; Rennó, FP. et al. 2003.** Tendência genética para características produtivas em bovinos da raça Pardo-Suíça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32 (6): 1872-1877 (suplemento 2).

**Balzarini, M.; Macchiavelli, RE.; Casanoves, F. 2004?** Aplicaciones de Modelos Mixtos en Agricultura y Forestería.

**Becerril, C. 2004.** Selección de semen de toros para la mejora genética del ganado lechero. Secretaría de agricultura, desarrollo rural de pesca y alimentación. México [En línea]. Consultado 30 set. 2015. Disponible en [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

**Biochard, D. 1992.** L'évaluation des Reproducteurs: Le modèle sousjacent á L'évaluation des valeurs génétiques. Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales, Versailles: INRA, 302 p.

**Boichard, D.; Ducrocq, V.; Croiseau, P.; Fritz, S. 2016.** Genomic selection in domestic animals: Principles, applications and perspectives. *C. R. Biologies* 339: 274–277.

**Boligon, AA.; Rorato, PRN.; Ferreira, GBB., Weber, T.; Kippert CJ.; Andrezza, J. 2005.** Heritability and genetic trend for milk and fat yields in Holstein herds raised in the state of Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1512 – 1518. doi:10.1590/S1516-35982005000500011

**Bormann, J; Druet, T; Gengler, N; Wiggans, G. 2002.** Estimating effects of permanent environment, lactation stage, age and pregnancy on test-day yield. *Journal of Dairy Science*, 85: 263-284.

**Braunvieh Schweiz. 2012.** Estimación del valor reproductivo. Consultado 20 oct. 18. Disponible en [https://homepage.braunvieh.ch/xml\\_1/internet/en/application/d1592/f1593.cfm](https://homepage.braunvieh.ch/xml_1/internet/en/application/d1592/f1593.cfm)

**Bullock, K. D.; Pollak, E. J. 2009.** Beef Symposium: The evolution of beef cattle genetic evaluation. *J. Anim. Sci.* (87): E1-E2. doi:10.2527/jas.2008-1738

**Calderón, J. 2016.** “Determinación de los valores genéticos mediante el ranqueo de las vacas Holstein mestizas de la estación experimental Tunshi, para la implementación de un programa de inseminación artificial”. Tesis Ing. Zoot. Ecuador, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 83 p.

**Canaza, AW.; Araújo, J.; Sávio, P.; de Almeida, R.; Fonseca, M.; dos Santos, D.; Barbosa, M. 2016.** Genetic trend estimates for milk yield production and fertility traits of the Girolando cattle in Brazil. *Livestock Science*, 190: 113–122.

**Cardellino, R., Rovira, J. 1993.** Mejoramiento Genético animal. Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 253p.

**Casell, B.G. 2001.** Optimal Genetic Improvement for the High Producing Cow. *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.): E144-E150.

**Casell, B.G.; Adamec, V.; Pearson, R.E. 2003.** Effect of incomplete pedigrees on estimates of inbreeding and inbreeding depression for days to first service and summit milk yield in Holsteins and Jerseys. *J. Dairy Sci* 86: 2967-2976.

**Castillo, MA.; Alpizar, A.; Padilla, J.; Kelm, JP. 2017.** Efecto de la edad a primer servicio, número y época de parto sobre el comportamiento de la curva de lactancia en vacas Jersey. *Nutrición Animal Tropical*, 11(2):1-22.

**Cayuela, L. 2014.** Modelos lineales mixtos (LMM) y modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) en R.

**Cerón, M.; Tonhati, H.; Costa, C.; Solarte, C.; Benavides, O. 2003.** Factores de ajuste para producción de leche en bovinos Holstein colombiano. *Rev Col Cienc Pec*, 16 (1): 26-32

**CDCB (Council on Dairy Cattle Breeding). 2018.** Description of national genetic evaluation systems. [En línea]. Consultado 01 dic. 2018. Disponible <https://www.uscdcb.com>

**Chegini, A.; Shadparvar, AA.; Ghavi Hossein-Zadeh N. 2013.** Genetic trends for milk yield, persistency of milk yield, somatic cell count and calving interval in Holstein dairy cows of Iran. *Journal of Applied Animal Science* 3: 503 – 508.

**Cho, KH.; Na, SH.; Cho, JH.; Lee, JH.; Lee, KL. 2004.** Studies on the development of novel 305 days adjustment factors for production traits in dairy cattle. *Asian-Aust. J. Animal. Sci.*, 17 (12):1689-1694.

**Contreras, G.; Zambrano, S.; Pirela, M.; Abreu, O.; Cañas, H. 2002.** Factores que afectan la producción de leche en vacas mestizas criollo Limonero x Holstein. *Revista Científica FCV-LUZ*, 12 (1): 15-8.

**Corrales, J.; Cerón, M.; Cañas, J.; Herrera, C.; Calvo, S. 2011.** Genetic parameters of type traits and production in Holstein cattle from the Department of Antioquia. *Rev. MVZ Córdoba*, 17 (1): 2870-2877.

**CRI (Cooperative Resources International. 2018.** Cambios en el Sistema de Evaluación del CDCB para diciembre del 2018. [En línea]. Consultado 25 nov. 2018. Disponible en <https://www.criespana.com>

**Cunliffe, D. 2008.** Perulactea. Cómo entender los catálogos de toros lecheros- Primera parte [en línea]. Consultado 01 dic. 2018. Disponible en <http://dcunliffe.perulactea.com/2008/08/05/como-entender-los-catalogos-de-toros-lecheros-primera-parte/comment-page-2/>

**Dash, SK.; Gupta, AK.; Singh, A.; Chakravarty, AK.; Valsalan, J.; Shivahre, PR.; Panmei, A.; Divya, P. 2016.** Analysis of genetic trend in fertility and production traits of Karan Fries (Holstein Friesian crossbred) cattle using BLUP estimation of breeding values. *Indian J Dairy Sci* 69 (2): 186-189.

**Eggen, A. 2012.** The development and application of genomic selection as a new breeding Paradigm. *Anim Front*, 2 (1): 10 – 15. doi:10.2527/af.2011-0027

**Echeverri, J. Rincón, JC.; López, A. 2014.** Estimation of genotype-by-environment interaction for milk traits based on foreign sires used in Colombia. *Rev Colomb Cienc Pecu*, 27: 245-252.

**Dairy Australia. 2018.** Cow Australian Breeding Values (ABV). [En línea]. Consultado 13 oct. 2018. Disponible en: <https://www.dairyaustralia.com.au/farm/animal-management/genetics/cow-breeding-values>

**De Vries, A. 2017.** Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 100: 1–9.

**Elzo, MA.; Vergara, OD. 2012** Modelación aplicada a las ciencias animales II: Evaluaciones genéticas. 1. Ed. Colombia, Medellín. Editorial Biogénesis. 134p.

**Falconer, DS.; Mackay, TF. 1996. Introducción a la genética cuantitativa.** 4. Ed. España, Zaragoza. Editorial Acribia SA. 469 p.

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2013.** El sector lechero mundial: Datos. [En línea]. Consultado 10 dic. 16. Disponible en <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1>

**Freeman, AE.; Lindberg, GL. 1993.** Challenges to dairy cattle management: Genetic considerations. *J. Dairy Sci*. 76: 3143-3159.

- Galeano, AP.; Manrique, C. 2010.** Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Rev. Med. Vet. Zoot*, 57:119-131
- García, A.; Cole, JB.; VanRaden, PM.; Wiggans G.R.; Ruiz, FJ.; Van Tassellb, CP. 2016.** Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection.
- Gasque, R. 2008.** Enciclopedia Bovina. Capítulo 8: Mejoramiento Genético en bovinos. Mejora genética en ganado lechero. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 278-279 p.
- Ghavi Hossein-Zadeh, N. 2011.** Genetic and phenotypic trends for age at first calving and milk yield and compositions in Holstein dairy cows. *Archiv Tierzucht* 54 (4): 338-347.
- Gilmour, AR.; Gogel, BJ.; Cullis, BR.; Welham, SJ; Thompson, R. 2015.** ASReml user guide Release 4.1. Functional Specification, VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK [www.vsn.co.uk](http://www.vsn.co.uk)
- Góngora, A.; Hernández, A. 2010.** La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 13 (2): 141-151
- González, D.; Guerra, D.; Evora<sup>1</sup>, JC.; Portales<sup>1</sup>, A.; Ortiz, J.; González, S.; Ramírez, R. 2009.** Heredabilidad y tendencia genética de la producción de leche y grasa en vacas siboney de Cuba. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 3 (1): 27-32
- Gómez, S.; Torres V.; García Y.; Navarro JA. 2012.** Procedimientos estadísticos más utilizados en el análisis de medidas repetidas en el tiempo en el sector agropecuario. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46 (1): 1-7.
- Gutiérrez, G.; Barrón, DA.; More, M.; Montoya, B. 2016.** Evaluaciones genéticas poblacionales para ganado vacuno Holstein en el Perú. *Notas ganaderas*, apartado 456-Lima, 2016 (1)
- Gutiérrez, JP. 2010.** Iniciación a la valoración genética animal. Metodología adaptada al EEES. 1. Ed. España, Madrid. Editorial Complutense. 355 p.
- Gutiérrez, JP.; Goyache, F. 2005.** A note on ENDOG: a computer program for analyzing pedigree information. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122: 172-176.

**Haiduck Padilha, A.; Alfonzo, EPM.; Daltro, DS.; Torres, HAL.; Braccini Neto, J.; Cobuci, JA. 2019.** Genetic trends and genetic correlations between 305-day milk yield, persistency and somatic cell score of Holstein cows in Brazil using random regression model. *Animal Production Science*, 59: 207 – 215. <https://doi.org/10.1071/AN16835>

**Hernández, A.; Ponce de León, R.; García, S.; Guzmán, G.; Mora, M. 2011.** Evaluación genética del bovino lechero Mambí de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(4): 355-359.

**Hernández, N.; Martínez, JC; Parra, GM.; Cienfuegos, EG. 2016.** Importance of the genotype x environment interaction in production traits in dairy cattle. *Ciencia UAT*, 10(2): 72-78

**Holmes, C. 1984.** Producción de leche en praderas. 1. Ed. España, Zaragoza. Editorial Acribia. 446 p.

**Holstein Foundation. 2018.** Understanding genetics and the sire summaries. [En línea]. Consultado 13 oct. 2018. Disponible en: [www.holsteinfoundation.org](http://www.holsteinfoundation.org)

**Husvéth F. 2011. Physiological and Reproductiional Aspects of Animal Production.** University Of Debrecen en Debrecen. Hungría. [En línea]. Consultado 12 dic. 18. Disponible en: [http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_angol\\_05\\_termeleselettan/index.html](http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_angol_05_termeleselettan/index.html)

**Jara, A.; Barría, N. 1999.** Métodos bayesianos en mejoramiento genético animal. *Avances en producción animal*, 24 (1-2): 3-19.

**Katok, N.; Yanar, M. 2012.** Milk traits and estimation of genetic, phenotypic and environmental trends for milk and milk fat yields in Holstein Friesian cows. *International Journal of Agriculture and Biology* 14: 311 – 314.

**Kim, JS.; Park, KD.; Jeong, HY. 1999.** Estimation of regional genetic trends for milk and fat yields in the Korean Holstein population. *Korean Journal of Animal Science*, 41(1): 11.

**Konkruea T.; Koonawootrittriron S.; Elzo MA.; Suwanasopee T. 2018.** Genetic Parameters and Trends for Daughters of Imported and Thai Holstein Sires, *Agriculture and Natural Resources*. Doi: 10.1016/j.anres.2017.12.003.

**Martínez CA, Manrique C, Elzo MA. 2012.** La evaluación genética de vacunos: una percepción histórica. *Rev Colomb Cienc Pecu* 25: 293-311

**MC Parland, S.; Kearney, J.F.; Rath, M.; Berry, D.P. 2007.** Inbreeding trends and pedigree analysis of Irish dairy and beef cattle populations. *J. Anim. Sci* 85, 322-331.

**M'hamdi, N.; Bouallegue, M.; Frouja, S.; Ressaissi, Y. Brar, S.K.; Hamouda, M.B. 2012.** Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. In *Tech Milk Production – An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*: 153-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/50803>

**MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017.** Diagnóstico de Crianzas Priorizadas para el plan ganadero 2017-2021.

**Missanjo, E.; Imbayarwo-Chikosi, V.; Tinyiko, E. 2012.** Genetic trends production and somatic cell count for Jersey cattle in Zimbabwe born from 1994 to 2005. *Tropical. Animal Health and Production.* , 44: 1921 – 1925 doi: 10.1007/s11250-012-0157-6

**Montaldo, H. 2001.** Genotype by environment interactions in livestock breeding programs: a review. *Interciencia*, 26 (6): 229-235.

**Mora, F. 2006.** Heredabilidad y valor genético (REML/BLUP) en genotipos de un eucalipto tolerante a la sequía, en el norte de Chile. *Ciência Florestal*, Santa María, 16 (2): 145-151

**Mrode, R.A. 2005.** Linear models for the prediction of animal breeding values. 2. Ed. USA, Cambridge. Cromwell Press. 343p.

**Mrode, R. 2014.** Linear Model for the Prediction of Animal Breeding Value. 3 Ed. Edinburgh, UK, CABI. 343 p.

**Muñoz, R.; Gonzáles, C. 2016.** Guía Práctica de Evaluación Genética Animal con Virtual Blup. Versión digital Registro de Propiedad Intelectual N° 263.561. Consultado 5 jul.17. Disponible en: <http://www.virtualblup.cl/>

**Muroya, C. 2005.** Las sombras, los corrales y el estrés calórico. 1. Ed. Perú, Lima. Editorial Gloria S.A. 118p.

**Ochoa, P. 1991.** Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Departamento de genética y bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. México, *Ciencia veterinaria* 1991 (5): 67-88.

**OCLA (Observatorio de la cadena láctea Argentina). 2018.** Lechería mundial: principales aspectos. [En línea]. Consultado el 23 dic. 2018. Disponible en [www.ocla.org.ar](http://www.ocla.org.ar)

**Oldenbroek, K.; Van del Waaij, L. 2015.** Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc students. Centre for Genetic Resources the Holanda and Animal Breeding and Genomics Centre.

**Olivera, S. 2001.** Índices de producción y su repercusión económica para un establo lechero. Rev. Investig. Vet. Perú 12 (2): 49-54

**Osorio, MM.; Segura, JC. 2005.** Factors affecting the lactation curve of Bos taurus x Bos indicus cows in a dual purpose system in the humid tropics of Tabasco, Mexico. Téc Pecu Méx 43 (1): 127-137.

**Palacios, A.; Rodriguez, F.; Jiménez, J.; Espinoza, JL.; Núñez, R. 2001.** Genetic evaluation of a Holstein dairy herd in baja california sur, utilizing an animal model with repeated measurements. Agrociencia 35: 347-353.

**Palaquibay, A. 2003.** Efecto de la suplementación con remolacha forrajera (Beta vulgaris L.) en la producción de vacas Holstein en la Hacienda Santa Isabel.

**Pallete, AE. 2001.** Evaluación y selección de toros lecheros. Rev. Investig. Vet. Perú 12 (2): 150-160.

**Pérez, GA.; Gómez, MG. 2005.** Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño pardo suizo en el trópico. 1. Producción de leche. Revista Científica, FCV-LUZ 15 (2): 141-147.

**Perulactea. 2018.** UNALM: Premiación a los mejores establos-Cuenca Lima 2017. [En línea]. Consultado el 26 oct. 2018. Disponible en [www.perulactea.com/2018706/18/unalm-premiacion-a-los-mejores-establos-cuenca-lima-2017/](http://www.perulactea.com/2018706/18/unalm-premiacion-a-los-mejores-establos-cuenca-lima-2017/)

**Productividad lechera. 2018.** Mejores establos por productividad-Cuenca Lima. [En línea]. Consultado el 20 oct. 2018. Disponible en [www.lamolina.edu.pe/mejoramientoanimal/pl\\_estadisticas.htm](http://www.lamolina.edu.pe/mejoramientoanimal/pl_estadisticas.htm)

**Quijano, JH; Echeverri, J. 2015.** Genética cuantitativa aplicada al mejoramiento animal. 1. Ed. Colombia, Bogotá. Editorial Universidad Nacional de Colombia. 347p.

**Quijano, JH.; Montoya, C. 1998.** El modelo animal y su comparación con otras ayudas de selección, para producción de leche. Rev. Fac. NaI. Agr. Medellín, 51 (2): 51 -64.

**Quispe, EC.; Alfonso, L. 2018.** Predicción de valores de cría de animales domésticos. 2. Ed. Perú, Cajamarca. Editorial Bravo Impresores. 365p.

**Rao, MK., Sundaresan, D. 1979.** Influence of environment and heredity on the shape of lactation curves in Sahiwal cows. *J. Agric. Sci. Cambridge* 92: 393–401.

**Ryan, J. 2016.** Understanding estimated breeding values. [En línea]. *Farmersweekly*. Consultado 20 oct. 2018. Disponible en <https://www.google.com.pe/amp/s/www.farmersweekly.co.za/farm-basics/how-to-livestock/understanding-estimated-breeding-values/amp/>

**Rodríguez, JV. 2004.** Evaluación fenotípica y genotípica de los caracteres de crecimiento en el esquema de selección del ovino Segureño. Tesis Dr. Universidad de Córdoba, 146 p.

**Ruíz, A.; García, CA.; Núñez, R.; Ramírez, R.; López, R.; García, JG. 2011.** Inclusión del coeficiente de consanguinidad en los modelos de evaluación genética de bovinos Jersey y Suizo Americano en México. *Rev Mex Pec*, 2(4):381-391

**Sahin, A.; Ulutas, J.; Adkinson, AY.; Adkinson, RW. 2012.** Genetic and environmental parameters and trends for milk production of Holstein cattle in Turkey. *Italian Journal of Animal Science*, 11(e44): 242-248. DOI: 10.4081/ijas.2012.e44

**Salinas, J. 2016.** Oferta y valoración genética en leche y carne de semen bovino importado y nacional en el Perú 2009-2014. Tesis Ing. Zoot. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 143 p.

**SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria). 2018.** Boletín estadístico de producción agrícola y ganadera-IV trimestre 2017.

**Tekerli, M.; Akinci, Z.; Dogan I.; Akcan, A. 2000.** Factors Affecting the Shape of Lactation Curves of Holstein Cows from the Balikesir Province of Turkey. *Journal of Dairy Science*, 83: 1381–1386

**Toledo, HO.; Ruiz, Felipe de Jesus; Vázquez, CG; Berruero, JM.; Elzo, MA. 2014.** Tendencias genéticas y fenotípicas para producción de leche de ganado Holstein en dos modalidades de control de producción. *Rev Mex Cienc Pecu*, 5 (4):471-485

**USDA (United States Department of Agriculture). 2017.** History of USDA dairy evaluations (1892-2013). [En línea]. Consultado 01 ene. 2019. Disponible

[https://aipl.arsusda.gov/aipl/history/hist\\_eval.htm&xid=17259,15700021,15700186,15700190,15700248&usg=ALkJrhgVWYsk0VPGF8w-M3-f8Pb8-GSJ6g](https://aipl.arsusda.gov/aipl/history/hist_eval.htm&xid=17259,15700021,15700186,15700190,15700248&usg=ALkJrhgVWYsk0VPGF8w-M3-f8Pb8-GSJ6g)

**Valencia, M. 2003.** Obtención del valor genético predicho en animales incluyendo el efecto del medio ambiente permanente. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato, México. Acta Universitaria, 13 (3): 47-56.

**Valencia, F. 2009.** Estimación de valores genéticos de la hacienda San Marcos para la implementación de un programa de inseminación artificial. Tesis Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 71 p.

**Vargas, B.; Solano, C. 1995.** Tendencias genéticas y ambientales en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica. Arch. Latinoam. Prod. Anim, 3 (2): 165-176.

**Vargas, AC. 2017.** Estimación de componentes de varianza utilizando los métodos bayesiano y máxima verosimilitud restringida para el estudio de la heredabilidad". Tesis Mg. Sc. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 87 p.

**Vélez de Villa, EE. 2013.** Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos (SIRVS)

**Vilela, JL. 2014.** Mejoramiento genético en animales domésticos. Perú, Lima. Editorial Macro. 151 p.

**Visscher, PM.; Hill, WG.; Wray, NR. 2008.** Heritability in the genomics era-concepts and misconceptions. Nature Publishing Group, 2008 (9): 255-266. Disponible en [www.nature.com/reviews/genetics](http://www.nature.com/reviews/genetics).

**Walsh, B. 2013.** Mixed Model estimates of genetic parameters: BLUP (genetic effects) and REML (genetic variances) (diapositivas). Synbreed course. 37 diapositivas.

**Wiley, J. 2015.** Molecular and Quantitative Animal Genetics. USA, Madison. University of Wisconsin-Madison. Editorial Hasan Khatib. 331p.

## VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Tarjeta individual de registro de las vacas del Establo Granados (a: información genealógica; b: información productiva)

2064



### AGROPECUARIA GRANADOS

Panamericana norte Km. 168.5 - Irrigación San Felipe VEGUETA

Arete N° \_\_\_\_\_

R.G.N° \_\_\_\_\_

Nombre: GRANADOS HEFTY CARAL MITAL

Fecha de Nacimiento: 28 DE JULIO DEL 2013

Padre: Brown View Hefty R.G. 13 85 50 394 Leche: 1667 lb.

Padre: SADBY VALLEY BOLTON Leche: \_\_\_\_\_

Madre: BRANDY View SHOTIE FEET.

Madre: Goos. Caral Lilly Llanil N° 1176

Padre: CARAL Leche: \_\_\_\_\_

Madre: GOOS. LILLY SAMOA - N° 1178

(a)

2064

### CONTROL DE PRODUCCION N° 2064

Lactacion	1ra		2da		3ra		4ta		5ta		6ta		7ma		8va		9na		10ma			
	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS	Mes	LTS		
1	07	11	11	16	11	18																
2	07	11																				
3	07	11																				
4	07	11																				
5	07	11																				
6	07	11																				
7	07	11																				
8	07	11																				
9	07	11																				
10	07	11																				
11	07	11																				
12	07	11																				
13	07	11																				
14	07	11																				
15	07	11																				
16	07	11																				
17	07	11																				
18	07	11																				
19	07	11																				
20	07	11																				
SECA	07	11	11	16	11	18																
TOTAL	10085.00		13200.00																			

### RECORD DE PRODUCCION

Lactacion N°	Eddo	Paro Fecha	Seca Fecha	Dias Lactacion	Dias seca	Record Kigs	305 Dias - 2x Kigs	Observaciones
1	CA-11n.	28-07-15	08-07-16	284	101	10085.00	10085.00	4/4. SMO. r.t. 3.5-3.5
2	4A-6n.	17-10-16	16-02-18	468	41	13200.00	11100.00	4/4. 3.5-3.5
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

(b)

**ANEXO 2: Base de datos del CDCB para el toro Fustead Emory Blitz con la información que fue recolectada.**

```

=====
INPUT : HOUSA000017013604
=====
PUBRUN=1812
      Bull
      HO 17013604
      Sire  HO 2114601
      Dam   HO 14947858
      Birth 1996/03/02
      Ped_Comp% 100
      Itb_ID 1

Bull Name      Reg_St  Inbrd  Exp_Fut
FUSTEAD EMORY BLITZ-ET  Pedigree 10.1  7.3
                       Genomic 11.5   6.8
                       Dau_Inbrd 6.0
                       Recessive Codes TV TL

Current  Cntrl  Sampling  Orig  Entered AI  Primary
Status  Stud  Status  Stud  Yr Mo  Short Name  Stud Code
  I      7      S      7      97/09  BLITZ      007H005708
Eval Breed HO

      PTA  Rel  Daus  Herds  Src  Mean  DauDev  PA  RelPA  Yield Rel  0.99
Milk 1475 .99 90292 17960 M 27722 1450 93 .46 Fat PTA% -0.20
Fat -2 .99 90292 17960 M 961 -3 -12 .46 Prot PTA% -0.17
Pro -3 .99 88557 17915 M 781 -4 -13 .46 Age wt 0.89
PL -0.5 .99 82347 14719 M 26.7 -0.6 -1.9 .44
SCS 3.10 .99 87443 17590 M 2.77 0.10 3.04 .44
DPR -3.8 .99 72464 15748 M 23.1 -1.5 .43
HCR 3.1 .99 42979 8798 M 0.6 .38
CCR -1.6 .99 61660 13228 M -1.0 .43
LIV -1.6 .99 45345 6200 -1.8 .41
GL -0.5 .99 40322 2872 -0.6 .42
MFV -0.5 .91 917 120 -0.4 .32
DAB -1.0 .96 1735 199 -0.9 .35
KET -2.1 .95 843 123 -0.9 .34
MAS -1.2 .99 1987 268 -0.7 .37
MET -1.3 .97 1573 201 -0.4 .36
RPL 0.5 .96 1687 211 0.7 .35

NMS -107 .99 -216 .44 Percentile 04
FMS 63
CMS -185
GMS -173
Genomics_Ind = 1
Chip = 4 HD

SCR Not available

      Most Daus
Lac/Dau  Herd  Daus  %US  %OS  Ctry #Ctries  Mgt Gp  First Lactation
1.2 85100008 491 48 6 USA 25 48 26 3 282

      Yield  Prod Life  SCS  DPR  Sire CE  Dau CE  Sire SB  Dau SB
Country Herds Daus Herds Daus Herds Daus Herds Daus Herds Calv Herds Calv Herds Daus
AUS 209 1022 184 968 188 950 202 991 62 496 0 0 62 496 0 0
BEL 134 369 121 341 134 367 124 327 61 167 62 127 0 0 0 0
CAN 2768 10397 2452 10142 2757 10276 2171 7373 2529 20660 1971 7620 2527 20598 1971 7620
CHE 92 178 76 138 92 178 0 0 128 326 105 171 128 326 105 171
CZE 13 44 12 40 12 43 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
DEU 293 987 274 1077 293 987 255 775 149 1525 258 933 149 1525 258 933
DFS 54 118 53 118 65 99 43 87 23 42 43 98 23 43 48 105
ESP 1734 6467 1682 6293 1748 6454 1502 4907 482 1545 484 2160 0 0 0 0
FRA 1274 3485 1274 3596 1297 3557 1317 3383 2548 8050 1274 2788 2548 7374 1274 2702
GBR 677 2551 560 2472 546 2390 444 1666 53 350 111 378 0 0 0 0
HRV 35 66 0 0 35 66 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
HUN 91 1420 85 1527 84 1533 0 0 51 4324 65 1946 51 4320 62 1900
IRL 18 45 17 46 0 0 15 37 12 88 0 0 0 0 0 0
ITA 1686 9631 1513 9026 1686 9632 1325 6526 1025 12244 1020 5856 1025 12244 1020 5856
JPN 2157 5855 0 0 2013 5695 1865 4906 0 0 0 0 0 0 0 0
KOR 163 537 0 0 163 537 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
LVA 30 118 0 0 29 108 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
MEX 68 2296 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
NLD 122 321 86 249 122 319 120 266 49 203 54 96 93 513 74 195
NZL 19 35 16 31 19 35 19 31 21 71 0 0 0 0 0 0
POL 19 65 19 65 19 65 16 37 0 0 0 0 0 0 0 0
PRT 224 717 0 0 224 713 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
URY 10 54 0 0 10 54 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
USA 6038 43280 6259 45978 6022 43151 6298 40938 3324 53053 3082 22909 2459 37673 2583 20277
ZAF 32 234 36 240 32 234 32 214 0 0 0 0 0 0 0 0
    
```

Registro del toro

Registro del padre y de la madre

Fecha de nacimiento

Habilidad transmisible predicha para producción de leche

Confiability

**ANEXO 3: Ejemplo de registro de toros nacionales de la Asociación Holstein del Perú**



**ASOCIACION HOLSTEIN DEL PERU**

RECONOCIDA POR R.M. Nº 01101-79 AA. DG. AG.

**CERTIFICADO DE REGISTRO GENEALOGICO**

Registro Nº : 10650

Arete ó Tatuaje : 4054

TORO: SAN ISIDRO DESTRUCTION FENTON ISIDRO

Nacido: 04 de Octubre 1997

Localidad: CAÑETE

Lutz Brookview Bell Rex-Et, AHB-1875896

Padre: Bomaz Destruction-Et, AHB-2093626

Bomaz Valiant Daphne, AHB-11268394

Madre: San Isidro Fenton Sergio Esperanza, R.G.P. 66930

Criador: Agro-Industrias San Isidro S.A.

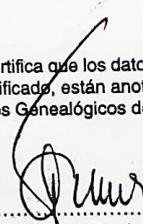
Propietario: Agro-Industrias San Isidro S.A.- Cañete

14 de Noviembre 1999

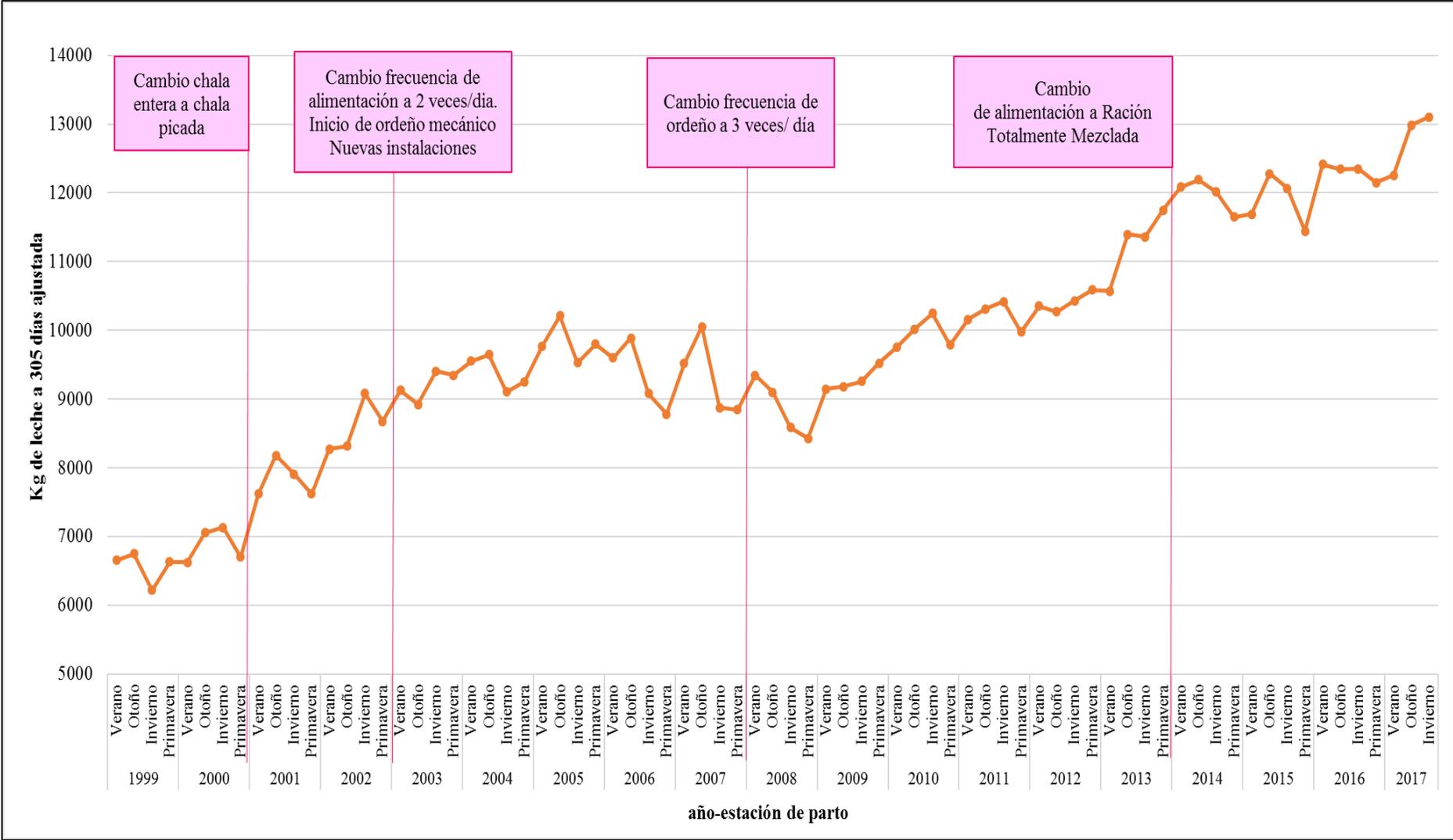
Fecha de Registro



El suscrito certifica que los datos contenidos  
en este certificado, están anotados en los  
Registros Genealógicos de la raza

  
Jefe de los Registros  
DR. LUIS SILVA MENJIFO  
GERENTE

**ANEXO 4: Distribución de la producción de leche a 305 días ajustada por estación y año de parto, además de los principales cambios que han sucedido en el Establo Granados durante 1999-2017.**



**ANEXO 5: Valores genéticos para producción de leche (Kg) de hembras vivas del Establo Granados nacidas durante 2009-2017.**

**VACAS:**

<b>Año Nacimiento</b>	<b>ARETE</b>	<b>VG</b>	<b>EE</b>	<b>REL</b>	<b>Gen. Máximas</b>	<b>Gen Completas</b>	<b>Gen Equivalentes</b>	<b>N° Hijas</b>
2011	1593	462	401	0.51	12	2	3.2	4
2010	1510	242	411	0.48	8	2	3.0	3
2012	1772	261	414	0.47	14	3	4.5	3
2010	1553	228	415	0.47	14	2	4.0	1
2011	1618	646	416	0.47	12	3	4.4	2
2012	1782	-276	416	0.47	12	2	3.5	2
2010	1549	867	417	0.47	9	2	3.5	1
2011	1620	390	417	0.47	11	2	3.8	3
2010	1498	1190	417	0.47	12	2	4.1	3
2010	1563	943	418	0.47	11	2	3.8	2
2010	1514	448	425	0.46	13	2	3.7	1
2011	1672	62	419	0.46	11	2	3.6	3
2009	1292	-90	422	0.45	11	2	3.9	2
2011	1709	349	424	0.45	11	2	3.8	2
2013	2010	726	425	0.45	11	2	4.0	1
2012	1922	461	425	0.45	12	2	4.0	1
2012	1921	358	425	0.45	12	2	4.0	1
2011	1652	503	427	0.45	11	2	4.0	1
2010	1473	296	427	0.45	12	2	4.0	3
2010	1452	-46	427	0.44	12	2	3.9	2
2011	1577	502	427	0.44	14	2	4.0	2
2012	1808	170	427	0.44	7	1	2.0	1
2012	1869	286	428	0.44	14	2	4.1	2
2011	1607	360	428	0.44	13	2	4.0	2
2009	1409	389	428	0.44	12	2	4.1	4
2013	2104	273	445	0.44	13	2	4.0	0
2013	1994	745	429	0.44	13	2	3.9	2
2012	1833	519	429	0.44	10	2	3.9	1
2012	1871	547	429	0.44	12	2	3.9	1
2009	1408	-425	429	0.44	8	2	2.7	2
2012	1936	-124	431	0.43	14	2	4.0	1
2015	2477	550	481	0.43	13	2	4.1	1
2011	1732	186	437	0.43	12	2	4.0	3
2013	2033	318	432	0.43	12	2	3.8	2
2012	1791	478	432	0.43	12	2	3.1	1
2013	2004	-511	432	0.43	12	2	3.9	2
2010	1548	-195	439	0.43	12	2	3.9	1

2013	2057	-70	433	0.43	11	2	3.9	0
2013	2015	213	433	0.43	13	2	3.9	2
2012	1929	-475	435	0.42	13	2	4.2	0
2012	1818	202	434	0.42	9	2	3.6	2
2010	1532	211	434	0.42	11	2	3.7	2
2013	2046	-43	434	0.42	13	2	3.6	2
2013	1953	-165	435	0.42	12	2	3.0	0
2012	1789	1025	436	0.42	12	2	3.2	2
2013	2084	1056	437	0.42	13	2	4.0	1
2012	1802	674	437	0.41	7	2	2.7	1
2013	1963	117	438	0.41	14	2	4.1	0
2011	1735	766	440	0.41	11	2	3.9	1
2013	C124	146	438	0.41	11	1	2.0	2
2013	C118	203	438	0.41	10	1	2.9	2
2013	2050	830	439	0.41	11	2	4.0	1
2011	1637	112	439	0.41	11	2	3.8	0
2014	2230	346	440	0.41	12	2	3.5	0
2011	1744	-213	440	0.41	13	2	4.0	1
2013	2073	520	440	0.41	9	2	3.0	1
2013	1960	662	443	0.40	13	2	4.0	2
2013	2088	-10	443	0.40	13	2	3.6	2
2013	1969	-244	443	0.40	12	2	3.5	2
2014	2240	437	443	0.40	12	2	3.9	0
2013	1979	48	443	0.40	13	2	4.0	2
2012	1805	170	444	0.40	8	2	3.0	2
2012	1896	179	443	0.40	12	2	3.8	2
2012	1787	479	443	0.40	13	2	4.1	1
2014	2266	-129	443	0.40	11	2	4.0	2
2014	2155	368	444	0.40	10	2	4.0	1
2012	1916	-259	444	0.40	10	2	3.5	3
2013	2024	884	444	0.40	11	2	4.0	1
2014	2204	239	444	0.40	11	2	3.7	0
2012	1905	-339	445	0.39	11	2	4.0	1
2013	C107	70	444	0.39	10	2	3.2	0
2014	2218	70	445	0.39	12	2	3.9	1
2012	1917	-157	446	0.39	9	1	2.7	0
2014	2171	977	445	0.39	14	2	3.9	2
2012	1821	-282	445	0.39	10	2	3.5	2
2014	2165	-90	445	0.39	10	2	3.0	2
2014	2235	84	445	0.39	10	2	3.4	2
2013	1972	535	445	0.39	13	2	3.9	0
2013	C109	361	445	0.39	13	2	4.2	0
2014	2210	555	445	0.39	14	2	4.0	2

2010	1471	983	445	0.39	11	2	3.5	2
2014	2148	408	446	0.39	11	2	3.2	0
2014	2173	799	446	0.39	13	2	3.9	3
2014	2268	312	446	0.39	13	2	4.0	2
2014	2175	165	446	0.39	13	2	4.0	1
2014	2257	661	446	0.39	13	2	4.3	2
2013	2025	513	446	0.39	14	2	4.0	0
2014	2184	7	447	0.39	11	2	3.9	1
2014	2157	714	446	0.39	13	2	4.0	1
2014	2180	651	448	0.39	13	2	3.9	0
2013	2006	356	447	0.39	13	2	4.0	0
2014	2192	484	447	0.39	14	2	4.0	2
2012	1855	-109	448	0.39	10	2	3.9	2
2014	2151	253	500	0.39	15	2	4.0	1
2010	1463	-161	448	0.38	11	2	4.1	2
2012	1770	-442	448	0.38	11	2	3.0	0
2013	2108	241	448	0.38	14	2	4.0	1
2012	1912	96	448	0.38	10	2	4.0	2
2014	2166	449	448	0.38	13	2	4.0	1
2014	2212	256	449	0.38	12	2	4.0	1
2010	1546	-409	448	0.38	13	2	3.9	2
2014	2186	164	449	0.38	13	2	4.0	2
2013	2036	52	463	0.38	12	2	4.1	1
2013	1946	223	457	0.38	9	2	3.5	1
2013	2069	34	450	0.38	12	2	3.4	1
2010	1557	401	450	0.38	8	0	1.5	2
2014	2136	50	457	0.38	12	2	4.0	2
2012	1868	80	457	0.38	13	2	3.7	1
2014	2245	160	450	0.38	12	2	3.9	2
2014	2261	520	452	0.38	13	2	4.1	1
2014	2287	41	452	0.38	12	2	3.9	1
2014	2167	440	452	0.37	13	2	3.9	1
2014	2185	758	452	0.37	13	2	3.9	0
2014	2282	-179	452	0.37	12	2	3.9	0
2012	1911	64	452	0.37	12	2	4.1	0
2013	2076	148	452	0.37	9	2	3.8	2
2014	2191	372	452	0.37	12	2	3.6	0
2013	2071	337	454	0.37	12	2	4.0	1
2014	2207	-406	453	0.37	13	2	4.0	0
2011	1689	100	453	0.37	12	1	2.9	0
2013	1966	122	454	0.37	12	2	4.0	2
2014	2211	138	453	0.37	12	2	4.0	1
2014	C136	499	453	0.37	13	2	3.6	1

2013	2041	918	453	0.37	11	2	4.0	1
2014	2168	683	454	0.37	12	2	4.1	1
2013	2082	270	454	0.37	13	2	4.0	1
2010	1429	341	455	0.37	13	2	4.0	1
2011	1636	-325	454	0.37	8	2	2.5	0
2015	2464	622	454	0.37	12	2	3.5	1
2014	2205	217	455	0.37	12	2	3.5	0
2013	2113	510	455	0.37	12	2	4.0	0
2012	1796	-336	455	0.36	13	2	4.0	1
2013	2080	-10	455	0.36	11	2	4.0	1
2013	2045	1105	455	0.36	12	2	4.0	1
2013	1955	-219	455	0.36	10	1	2.5	0
2014	2309	442	455	0.36	15	2	4.0	0
2013	2131	316	455	0.36	12	2	4.2	2
2015	2450	387	463	0.36	13	2	3.7	1
2014	2220	-212	456	0.36	12	2	4.0	0
2013	2101	461	456	0.36	13	2	4.0	1
2013	1980	356	457	0.36	10	2	3.5	1
2014	2221	-145	457	0.36	12	2	3.7	1
2015	2497	563	460	0.36	13	2	3.9	1
2013	2124	373	457	0.36	12	2	3.9	2
2013	2051	210	457	0.36	11	2	3.9	0
2013	2064	309	457	0.36	12	2	4.2	0
2015	2463	649	458	0.36	12	2	4.2	1
2013	2095	-115	458	0.36	10	2	3.5	1
2014	2182	429	460	0.36	10	2	3.8	2
2014	2247	328	462	0.35	11	2	3.9	2
2013	1996	426	459	0.35	11	2	3.0	0
2013	2055	632	459	0.35	11	2	3.5	1
2014	2183	647	461	0.35	8	2	3.4	1
2013	2132	110	460	0.35	14	2	4.0	1
2011	1701	-181	460	0.35	8	1	2.2	1
2013	1999	358	460	0.35	10	2	3.5	0
2014	2234	427	461	0.35	12	2	3.9	0
2014	2243	301	461	0.35	13	2	3.9	1
2013	2091	-158	461	0.35	13	2	3.0	1
2014	2146	484	461	0.35	13	2	4.2	0
2013	2111	769	462	0.35	12	2	4.0	1
2012	1755	234	462	0.35	10	2	3.0	0
2014	2325	388	463	0.34	13	2	3.9	2
2012	1752	27	463	0.34	13	2	4.0	1
2015	C160	200	477	0.34	11	2	3.5	0
2013	C126	-72	463	0.34	13	2	3.8	2

2014	2248	275	463	0.34	8	0	1.5	1
2013	1971	535	463	0.34	12	2	3.9	1
2014	2296	66	463	0.34	13	2	4.0	0
2013	1974	-12	463	0.34	13	2	4.0	1
2015	2543	506	464	0.34	12	2	3.9	1
2013	2023	781	464	0.34	11	2	3.0	2
2014	2298	727	464	0.34	11	2	4.0	0
2013	2040	13	464	0.34	12	2	3.9	1
2015	2524	261	464	0.34	13	2	3.9	1
2014	2143	444	465	0.34	12	2	3.9	1
2011	1723	552	465	0.34	10	2	3.7	0
2014	2179	546	465	0.34	12	2	4.0	1
2015	2451	80	465	0.34	12	2	3.5	0
2015	2488	311	465	0.34	12	2	3.9	1
2014	2144	455	465	0.34	12	2	4.0	0
2013	2121	179	466	0.34	13	2	3.4	1
2014	2286	-294	466	0.34	13	2	4.2	2
2014	2359	345	466	0.33	14	2	3.9	1
2013	2130	525	466	0.33	12	2	4.3	1
2015	2502	707	466	0.33	12	2	3.9	0
2014	C151	541	466	0.33	12	2	3.5	1
2014	2274	-272	466	0.33	13	2	3.6	1
2014	2304	158	466	0.33	12	2	3.8	1
2012	1751	481	466	0.33	12	2	3.7	2
2014	2252	37	467	0.33	11	2	4.3	1
2013	1986	-55	466	0.33	8	2	3.0	2
2014	2348	293	466	0.33	13	2	4.1	0
2012	1927	228	467	0.33	10	2	3.7	2
2014	2206	590	467	0.33	12	2	3.0	0
2015	2481	571	467	0.33	14	2	4.0	0
2013	2100	-15	469	0.33	12	1	2.7	0
2015	C167	196	467	0.33	13	2	3.7	0
2013	C128	134	469	0.33	13	2	3.8	1
2015	2437	501	468	0.33	12	2	4.0	0
2013	1982	31	475	0.33	8	2	3.0	0
2015	2485	262	468	0.33	14	2	3.9	1
2015	2465	135	469	0.33	14	2	3.9	1
2013	2032	620	469	0.32	15	2	3.3	1
2014	2306	-157	469	0.32	10	2	3.5	0
2012	C098	827	469	0.32	11	2	3.0	2
2014	C153	-113	469	0.32	10	1	2.9	0
2015	2422	26	477	0.32	13	2	4.0	0
2014	2288	123	470	0.32	13	2	3.9	1

2014	2332	170	470	0.32	11	2	4.0	1
2014	2164	315	470	0.32	12	1	3.2	0
2014	2188	470	470	0.32	9	2	3.2	1
2015	2487	484	470	0.32	13	2	3.9	1
2015	2459	494	478	0.32	12	2	4.0	0
2014	2333	556	471	0.32	13	2	4.1	0
2014	2161	231	471	0.32	13	2	4.0	0
2014	2300	-15	471	0.32	12	2	3.9	1
2014	C150	525	471	0.32	10	2	3.0	0
2015	2484	576	471	0.32	13	2	4.0	0
2014	2178	495	471	0.32	13	2	3.8	1
2015	2442	545	471	0.32	13	2	4.0	1
2012	C080	-37	471	0.32	11	1	2.1	1
2014	2172	201	472	0.32	9	2	3.5	1
2014	2341	37	472	0.32	13	2	4.0	0
2014	2140	419	472	0.32	11	2	4.2	1
2015	2412	213	472	0.32	14	2	4.0	1
2015	2498	352	472	0.32	12	2	4.3	0
2015	2452	-235	473	0.32	14	2	4.0	1
2015	2559	-86	480	0.31	14	2	4.0	0
2015	2480	-80	473	0.31	12	2	4.0	0
2015	C164	-134	473	0.31	12	2	3.0	0
2013	2112	425	473	0.31	12	2	3.4	1
2014	2153	245	473	0.31	11	2	3.9	1
2014	2369	-25	474	0.31	10	2	3.7	1
2015	2434	-137	474	0.31	13	2	4.0	0
2015	2436	423	474	0.31	11	2	3.7	0
2015	2513	615	474	0.31	14	2	3.9	0
2015	2387	-271	474	0.31	15	2	4.1	1
2014	2358	155	474	0.31	14	2	3.9	1
2015	2507	-80	474	0.31	14	2	3.8	0
2014	2280	206	474	0.31	13	2	4.0	2
2015	2417	258	474	0.31	13	2	4.0	0
2015	2508	-127	474	0.31	14	2	3.8	0
2015	2407	516	475	0.31	13	2	4.2	0
2015	2418	286	475	0.31	12	2	3.9	1
2015	2569	-374	475	0.31	13	2	4.0	0
2015	2491	-156	475	0.31	13	2	3.7	1
2015	2402	-349	475	0.31	11	2	3.8	1
2014	2202	188	476	0.31	12	2	3.9	2
2014	2366	121	476	0.31	12	2	3.9	0
2015	2492	279	476	0.31	12	2	3.6	1
2014	2368	385	476	0.31	12	2	3.9	0

2014	2345	201	476	0.30	12	2	3.8	0
2014	2357	-65	477	0.30	13	2	4.3	0
2015	2466	458	477	0.30	12	2	3.9	1
2014	2355	278	477	0.30	13	2	4.0	1
2015	2550	44	477	0.30	15	2	4.0	0
2015	2525	-122	478	0.30	14	2	3.9	0
2015	2371	105	478	0.30	15	2	4.0	1
2015	2426	-210	478	0.30	10	2	3.5	0
2015	2541	-27	478	0.30	13	2	4.0	0
2015	C158	-2	478	0.30	10	2	3.2	1
2013	2117	185	480	0.30	12	2	3.8	1
2015	2409	-143	486	0.30	12	2	4.0	0
2015	2469	197	479	0.30	13	2	4.0	0
2015	2441	-145	479	0.30	13	2	3.9	0
2014	2343	-182	479	0.30	14	2	4.0	1
2013	1961	464	479	0.30	12	2	3.9	1
2014	2362	-152	479	0.29	12	2	3.0	1
2015	2458	-29	480	0.29	13	2	3.9	0
2013	2026	604	480	0.29	12	2	4.0	0
2014	2364	409	480	0.29	12	2	3.0	1
2014	2313	-254	480	0.29	14	2	4.2	1
2015	2392	158	480	0.29	13	2	4.0	1
2014	2326	309	480	0.29	13	2	4.0	1
2011	1611	566	480	0.29	12	2	4.0	0
2014	2344	-269	480	0.29	12	2	3.9	1
2014	2283	-358	481	0.29	13	2	4.0	1
2014	C137	603	481	0.29	13	2	2.8	1
2014	2342	-49	481	0.29	13	2	3.9	1
2013	2127	130	481	0.29	13	2	3.7	1
2015	2535	-200	481	0.29	14	2	3.8	0
2015	2399	-15	482	0.29	12	2	3.3	1
2015	2500	53	482	0.29	16	2	4.0	0
2014	2370	136	482	0.29	13	2	3.9	0
2015	2496	394	497	0.29	12	2	4.0	1
2014	2360	47	483	0.29	14	2	4.0	1
2014	2367	120	483	0.29	13	2	3.9	1
2015	2445	-372	483	0.28	10	2	3.6	1
2015	2428	73	498	0.28	12	2	4.0	1
2014	2321	429	484	0.28	13	2	3.4	3
2015	2473	86	484	0.28	14	2	4.0	1
2014	C152	149	484	0.28	12	2	3.0	0
2014	C138	-151	485	0.28	12	2	3.8	1
2014	C149	-55	485	0.28	12	2	2.5	0

2014	2253	-144	485	0.28	11	2	3.0	1
2014	2256	-493	487	0.27	8	1	2.2	1
2015	2386	-208	487	0.27	11	2	3.8	1
2015	2443	511	487	0.27	13	2	3.9	0
2014	2271	-320	491	0.27	11	2	4.2	1
2015	2563	-207	488	0.27	10	2	3.5	0
2015	2440	811	488	0.27	14	2	3.9	0
2010	1520	235	489	0.27	9	2	3.8	1
2015	2393	200	489	0.27	12	2	3.9	1
2013	1981	-173	489	0.27	11	2	4.0	2
2015	2403	-169	489	0.27	12	2	3.5	0
2014	2327	-88	490	0.26	13	2	4.3	1
2014	2263	388	490	0.26	13	2	3.7	0
2014	2270	221	490	0.26	13	2	3.9	2
2015	2433	167	490	0.26	12	2	3.9	1
2011	1631	94	491	0.26	11	2	3.8	2
2012	C087	157	491	0.26	10	2	3.2	0
2015	2534	-70	491	0.26	15	2	4.0	1
2015	2380	451	492	0.26	13	2	3.6	0
2014	C142	-8	493	0.26	12	2	3.2	1
2015	2564	241	508	0.25	14	2	4.0	0
2011	1716	113	493	0.25	11	2	3.8	0
2015	2553	-244	494	0.25	12	2	3.6	0
2014	2294	6	494	0.25	11	2	3.8	2
2015	C168	-415	495	0.25	11	2	3.8	0
2014	2176	91	495	0.25	10	2	3.2	0
2015	2529	-393	495	0.25	14	2	4.3	0
2013	1970	378	495	0.25	11	2	4.0	2
2015	2517	175	496	0.25	12	2	3.9	1
2015	2533	-187	496	0.25	11	2	3.0	0
2015	2385	-295	511	0.25	11	2	3.7	0
2015	2467	-85	496	0.24	12	2	3.4	1
2015	2431	422	496	0.24	10	2	3.9	0
2015	2547	264	496	0.24	11	2	4.0	0
2014	2169	48	496	0.24	14	2	4.0	2
2015	2384	201	496	0.24	12	2	4.0	1
2011	GENARA	-232	496	0.24	0	0	0.0	0
2015	2375	-102	497	0.24	12	2	3.8	0
2015	2455	282	498	0.24	13	2	4.0	0
2015	2444	496	498	0.24	13	2	4.0	0
2014	2315	73	498	0.24	10	2	3.6	0
2013	2116	181	500	0.24	14	2	3.9	2
2015	C173	6	499	0.24	12	2	3.5	1

2015	2420	61	499	0.24	10	1	2.0	1
2015	2456	-137	501	0.23	14	2	3.8	1
2013	1973	256	502	0.23	13	2	3.9	0
2014	2278	-28	502	0.23	12	2	3.9	0
2014	2303	343	502	0.23	14	2	3.9	1
2015	2378	33	503	0.23	13	2	4.2	0
2015	2578	506	503	0.22	13	2	3.8	1
2014	2335	301	504	0.22	13	2	3.9	1
2014	2346	-106	504	0.22	13	2	3.1	1
2015	2577	283	505	0.22	11	2	3.2	1
2014	2198	516	505	0.22	12	2	3.6	0
2015	C161	366	505	0.22	10	2	2.5	1
2015	2379	-55	506	0.22	13	2	4.0	0
2015	C163	74	506	0.21	12	2	3.8	0
2015	2429	425	506	0.21	12	2	4.0	0
2014	2311	-233	507	0.21	14	2	4.1	1
2013	2107	90	507	0.21	10	2	3.0	2
2015	2566	147	508	0.21	13	2	4.2	0
2015	2404	474	508	0.21	12	2	3.9	0
2015	2416	192	508	0.21	12	2	3.8	1
2015	C176	-49	508	0.21	14	2	3.9	0
2013	C108	-85	509	0.21	13	2	3.7	3
2015	2557	97	509	0.21	13	2	3.7	0
2015	C175	200	511	0.20	14	2	3.4	1
2015	2389	-66	515	0.19	12	2	3.7	0
2014	C146	389	515	0.19	13	2	3.2	0
2014	2275	6	519	0.18	14	2	4.0	1
2015	2397	-109	518	0.18	10	2	3.5	1
2014	2246	125	519	0.17	13	2	3.7	1
2015	2395	111	519	0.17	15	2	4.0	1
2015	2406	79	520	0.17	12	2	3.5	0
2015	2549	40	521	0.17	13	2	4.0	0
2015	2408	-217	521	0.17	10	2	3.0	0
2015	2421	247	538	0.16	14	2	4.1	0
2015	C156	213	522	0.16	11	2	3.1	2
2015	2574	235	525	0.15	16	2	4.0	1
2015	2554	303	527	0.15	13	2	4.0	1
2015	2539	-2	533	0.13	13	2	3.9	0
2015	2419	44	534	0.13	12	2	3.9	0
2015	2542	-167	538	0.11	12	2	3.4	1
2015	2555	66	541	0.10	12	2	3.6	1
2014	2324	322	541	0.10	13	2	4.0	0
2011	C079	56	558	0.04	1	1	1.0	0

## Hembras jóvenes:

<b>Año Nacimiento</b>	<b>Arete</b>	<b>VG</b>	<b>EE</b>	<b>REL</b>	<b>Gen. Máximas</b>	<b>Gen Completas</b>	<b>Gen Equivalentes</b>	<b>N° Hijas</b>
2017	2849	311	480	0.29	11	2	3.2	0
2017	2816	437	485	0.28	12	2	3.6	0
2017	2864	354	485	0.28	10	2	3.9	0
2017	2845	373	486	0.27	14	2	4.0	0
2017	2855	690	489	0.27	13	2	4.1	0
2017	2833	438	491	0.26	14	2	3.7	0
2016	2591	284	508	0.25	14	2	4.0	0
2016	2593	284	508	0.25	14	2	4.0	1
2016	2669	380	493	0.25	13	2	4.0	0
2017	2850	443	494	0.25	13	2	3.9	0
2017	2867	439	496	0.24	10	2	3.5	0
2016	2608	80	512	0.24	15	2	4.0	0
2016	2686	596	499	0.24	14	2	4.0	0
2017	2881	374	499	0.24	13	2	4.1	0
2016	2665	436	499	0.24	14	2	4.0	0
2017	2894	298	499	0.24	14	2	4.0	0
2017	2895	436	499	0.23	14	2	3.9	0
2017	C212	426	501	0.23	10	2	3.2	0
2017	C209	-42	501	0.23	12	2	3.8	0
2017	C210	-42	501	0.23	12	2	3.8	0
2016	2592	330	502	0.23	10	2	3.8	0
2016	2652	-180	504	0.22	12	2	4.0	0
2017	2887	489	504	0.22	14	2	4.0	0
2016	2616	-112	505	0.22	12	2	3.9	0
2016	2586	162	506	0.22	15	2	4.0	0
2016	2662	144	506	0.22	14	2	4.1	0
2016	2626	-22	514	0.21	13	2	3.9	0
2017	2880	130	507	0.21	12	2	4.0	0
2016	2782	-16	507	0.21	12	2	4.0	0
2016	2604	99	508	0.21	11	2	3.9	0
2016	2641	22	508	0.21	10	1	2.7	0
2016	2677	-252	508	0.21	14	2	3.8	0
2017	C206	517	516	0.21	11	2	3.5	0
2016	2685	-263	508	0.21	14	2	4.1	0
2016	2709	78	509	0.21	14	2	4.0	0
2017	2830	370	517	0.20	11	2	3.5	0
2016	2672	-54	510	0.20	14	2	4.0	0
2016	2670	-13	511	0.20	14	2	4.0	0
2016	2596	-15	511	0.20	10	2	3.7	0

2016	2602	119	511	0.20	10	2	3.6	1
2016	C182	186	511	0.20	14	2	3.4	0
2016	2793	610	511	0.20	13	2	4.0	0
2016	2679	-97	512	0.20	11	2	3.8	0
2016	2775	-192	512	0.19	13	2	3.5	0
2017	2832	693	512	0.19	13	2	3.9	0
2016	2735	-363	512	0.19	10	2	3.1	0
2017	2821	450	517	0.19	13	2	4.0	0
2016	C185	47	513	0.19	10	2	3.2	0
2016	2777	-92	514	0.19	15	2	4.0	0
2017	2826	943	515	0.19	14	2	4.0	0
2017	2852	293	516	0.18	13	2	3.7	0
2016	2589	-92	516	0.18	15	2	4.0	1
2017	2810	538	524	0.18	12	2	4.0	0
2017	2827	646	520	0.17	14	2	4.0	0
2016	2684	321	524	0.17	13	2	3.6	0
2016	2660	173	529	0.17	12	2	3.5	0
2016	C184	-201	522	0.16	12	2	3.9	0
2017	2892	-164	531	0.16	14	2	4.0	0
2016	2588	406	523	0.16	14	2	4.0	0
2017	2869	400	524	0.16	12	2	3.9	0
2016	2710	580	525	0.16	12	2	3.9	0
2016	2689	139	525	0.15	12	2	3.8	0
2016	2590	520	526	0.15	11	2	4.0	0
2016	2661	-57	527	0.15	14	2	4.1	0
2017	2903	305	527	0.15	14	2	4.0	0
2017	2866	90	528	0.15	13	2	4.0	0
2016	2650	164	528	0.15	12	2	3.5	0
2017	2843	121	528	0.15	13	2	4.0	0
2017	2811	439	528	0.14	15	2	4.0	0
2016	2644	341	528	0.14	15	2	4.0	0
2016	2786	-81	528	0.14	13	2	4.0	0
2017	2868	193	528	0.14	15	2	4.0	0
2016	2764	321	528	0.14	12	2	4.0	0
2016	C191	181	529	0.14	12	2	3.0	0
2016	2674	249	530	0.14	13	2	3.9	0
2017	2968	267	534	0.14	13	2	3.6	0
2016	2657	135	530	0.14	12	2	4.0	0
2016	2701	193	530	0.14	11	2	3.5	0
2016	2697	198	530	0.14	13	2	3.9	0
2017	2898	-176	530	0.14	14	2	3.8	0
2016	2643	-85	530	0.14	12	2	3.2	0
2016	2783	-34	530	0.14	12	2	4.1	0

2017	C204	373	530	0.14	14	2	3.8	0
2016	2707	307	531	0.14	14	2	3.9	0
2017	2858	357	531	0.14	12	2	4.0	0
2017	2900	-46	531	0.14	11	2	3.7	0
2016	2595	331	531	0.13	11	2	3.5	1
2016	2744	-144	531	0.13	11	2	3.0	0
2016	2617	431	532	0.13	14	2	4.0	0
2016	2627	114	532	0.13	14	2	4.0	0
2016	2666	532	532	0.13	12	2	4.0	0
2017	2873	-56	532	0.13	12	2	3.6	0
2016	2675	-40	532	0.13	12	2	3.8	0
2016	2740	40	532	0.13	13	2	4.1	0
2016	2638	251	532	0.13	13	2	3.9	0
2016	2714	103	532	0.13	12	2	4.0	0
2016	2649	241	532	0.13	13	2	4.0	0
2016	2724	55	533	0.13	12	2	4.3	0
2016	2609	350	533	0.13	15	2	4.0	2
2017	3027	195	550	0.13	14	2	4.0	0
2016	2594	236	533	0.13	13	2	4.0	0
2017	2878	207	533	0.13	12	2	3.6	0
2016	2645	-38	533	0.13	12	2	3.6	0
2016	2605	174	534	0.13	11	2	3.9	1
2017	3034	-44	533	0.13	12	2	3.9	0
2016	2654	188	533	0.13	13	2	4.0	0
2016	2601	190	534	0.13	14	2	4.0	0
2016	2587	347	534	0.13	14	2	4.0	0
2017	2992	131	534	0.13	12	2	4.0	0
2016	2766	3	534	0.13	13	2	4.0	0
2016	2693	251	534	0.13	11	2	3.9	0
2016	2618	408	538	0.13	14	2	4.0	0
2016	2668	18	535	0.12	13	2	3.9	0
2017	2842	266	538	0.12	13	2	4.0	0
2016	C181	358	534	0.12	14	2	3.8	0
2016	2737	287	538	0.12	12	2	4.0	0
2016	C183	145	535	0.12	12	2	3.5	0
2017	2814	23	559	0.12	13	2	3.7	0
2016	2736	186	535	0.12	13	2	4.1	0
2016	2597	105	535	0.12	13	2	4.0	1
2016	2691	166	536	0.12	15	2	4.2	0
2017	2984	166	536	0.12	15	2	4.2	0
2017	2994	142	540	0.12	14	2	4.0	0
2017	2996	-254	536	0.12	13	2	3.9	0
2017	2934	631	536	0.12	13	2	4.0	0

2016	2630	145	536	0.12	14	2	4.0	0
2016	2725	-73	536	0.12	14	2	3.9	0
2016	2599	381	537	0.12	13	2	4.0	0
2016	2760	191	537	0.12	12	2	3.9	0
2016	2682	304	537	0.12	12	2	4.0	0
2016	2673	-73	537	0.12	13	2	4.0	0
2016	2754	406	541	0.12	16	2	4.0	0
2017	2957	-26	539	0.12	15	2	4.0	0
2016	2763	296	541	0.11	11	2	3.5	0
2017	C216	-144	537	0.11	11	2	3.2	0
2016	2625	273	537	0.11	11	2	3.9	0
2016	2636	-12	538	0.11	14	2	4.0	0
2016	2647	371	538	0.11	12	2	4.0	0
2017	C220	18	538	0.11	12	2	3.8	0
2016	2628	102	538	0.11	13	2	4.0	0
2017	3002	216	554	0.11	14	2	3.7	0
2017	2991	332	538	0.11	14	2	4.0	0
2016	C194	18	538	0.11	12	2	3.8	0
2016	C192	192	542	0.11	12	2	3.5	0
2016	C193	192	542	0.11	12	2	3.5	0
2017	2952	82	538	0.11	15	2	3.5	0
2017	3025	-128	538	0.11	12	2	3.8	0
2016	2612	94	539	0.11	12	2	4.0	0
2017	2861	-194	538	0.11	13	2	4.1	0
2017	3023	185	538	0.11	12	2	4.0	0
2017	2969	360	543	0.11	12	2	3.9	0
2016	2611	-178	539	0.11	12	2	3.5	0
2016	2772	-125	539	0.11	13	2	4.1	0
2017	2889	-178	539	0.11	12	2	3.5	0
2016	2671	114	539	0.11	13	2	3.8	0
2016	2640	395	539	0.11	14	2	4.1	0
2016	2769	171	543	0.11	14	2	4.0	0
2016	2658	248	539	0.11	13	2	3.6	0
2016	2653	-220	539	0.11	13	2	3.9	0
2016	2687	398	539	0.11	14	2	4.0	0
2017	2897	81	540	0.11	12	2	4.0	0
2016	2699	14	540	0.11	14	2	3.8	0
2016	2761	110	544	0.11	11	2	3.9	0
2016	C189	116	540	0.11	12	2	3.2	0
2017	2950	111	540	0.11	13	2	4.0	0
2017	3026	75	540	0.11	12	2	3.9	0
2016	2733	228	540	0.11	13	2	4.0	0
2016	2711	548	540	0.11	13	2	3.6	0

2017	2995	75	544	0.10	13	2	3.8	0
2017	2885	99	540	0.10	13	2	4.0	0
2017	2911	278	542	0.10	15	2	4.0	0
2016	2706	-245	541	0.10	13	2	3.9	0
2017	C223	252	541	0.10	11	2	3.1	0
2016	2752	-130	541	0.10	12	2	3.5	0
2017	2943	292	541	0.10	13	2	3.7	0
2017	2967	3	541	0.10	15	2	3.8	0
2016	2639	57	541	0.10	14	2	3.7	0
2017	2938	275	541	0.10	14	2	4.1	0
2017	2940	-29	541	0.10	12	2	4.0	0
2016	2598	-37	541	0.10	11	2	3.0	1
2017	2932	355	541	0.10	13	2	4.1	0
2017	2962	93	541	0.10	15	2	3.5	0
2017	2942	313	542	0.10	15	2	4.0	0
2017	2973	-134	542	0.10	12	2	4.0	0
2016	2664	26	542	0.10	13	2	4.0	0
2017	2908	524	542	0.10	15	2	4.0	0
2017	2909	524	542	0.10	15	2	4.0	0
2017	2901	-105	542	0.10	11	2	3.7	0
2016	2719	192	542	0.10	14	2	4.0	0
2017	2993	192	542	0.10	14	2	4.0	0
2017	3005	366	542	0.10	14	2	4.1	0
2017	3006	366	542	0.10	14	2	4.1	0
2017	2890	78	542	0.10	11	2	3.7	0
2017	2930	435	542	0.10	14	2	4.0	0
2017	2941	265	542	0.10	14	2	3.9	0
2016	2751	339	542	0.10	14	2	4.0	0
2017	2904	118	542	0.10	14	2	4.0	0
2017	2919	197	542	0.10	13	2	3.9	0
2017	2847	235	542	0.10	14	2	3.7	0
2017	2862	61	542	0.10	13	2	4.0	0
2017	2998	-105	543	0.10	12	2	4.3	0
2017	2924	156	542	0.10	15	2	4.0	0
2016	C177	118	542	0.10	13	2	3.6	0
2017	2985	234	542	0.10	14	2	3.9	0
2017	2949	-47	542	0.10	15	2	3.9	0
2016	2690	-45	542	0.10	12	2	4.0	0
2017	2936	144	542	0.10	13	2	3.9	0
2017	2912	382	542	0.10	13	2	3.7	0
2016	2727	-169	543	0.10	14	2	4.0	0
2017	2825	260	543	0.10	14	2	4.0	0
2017	2925	275	543	0.10	14	2	4.0	0

2017	2946	353	543	0.10	14	2	4.0	0
2017	3044	208	543	0.10	15	1	2.7	0
2016	2680	29	543	0.10	13	2	4.0	0
2016	2762	231	543	0.09	11	2	3.5	0
2016	2778	165	544	0.09	13	2	4.0	0
2016	2632	167	544	0.09	13	2	4.1	0
2017	3018	200	544	0.09	12	2	4.0	0
2017	2927	98	544	0.09	15	2	3.9	0
2016	C180	120	544	0.09	14	2	3.5	0
2016	2613	208	544	0.09	14	2	4.1	0
2016	2738	192	548	0.09	13	2	3.9	0
2016	2692	200	544	0.09	12	2	4.0	0
2017	3031	222	544	0.09	13	2	4.0	0
2017	2837	250	544	0.09	11	2	3.9	0
2017	2896	-22	544	0.09	11	2	3.7	0
2017	2853	359	545	0.09	11	2	3.7	0
2016	2620	9	545	0.09	14	2	4.0	0
2017	2872	-87	545	0.09	15	2	4.0	0
2017	2846	137	545	0.09	15	2	4.0	0
2016	2759	352	545	0.09	12	2	3.7	0
2016	2791	145	545	0.09	11	2	3.0	0
2016	2659	213	545	0.09	13	2	3.7	0
2016	2790	420	545	0.09	13	2	4.0	0
2017	2966	158	545	0.09	15	2	4.0	0
2016	2758	121	547	0.09	12	2	4.0	0
2016	2765	-43	545	0.09	14	2	3.5	0
2016	2624	285	545	0.09	13	2	3.9	0
2016	2619	54	545	0.09	14	2	4.1	0
2017	C215	0	545	0.09	14	2	3.9	0
2016	2799	208	546	0.09	15	2	4.0	0
2017	2959	202	545	0.09	15	2	3.9	0
2017	2828	174	545	0.09	13	2	3.9	0
2016	2798	124	548	0.09	16	2	4.0	0
2016	2726	66	546	0.09	14	2	4.0	0
2016	2600	-50	546	0.09	14	2	4.1	1
2017	2914	42	546	0.09	13	2	4.0	0
2017	2840	-144	546	0.09	13	2	3.9	0
2017	3003	289	546	0.09	13	2	4.0	0
2017	2851	67	546	0.09	13	2	4.0	0
2016	2747	426	546	0.09	12	2	3.5	0
2017	2988	426	546	0.09	12	2	3.5	0
2016	2718	171	546	0.09	13	2	3.9	0
2017	2975	166	546	0.09	14	2	4.0	0

2016	C200	256	546	0.09	13	2	3.8	0
2017	2920	162	554	0.09	13	2	4.0	0
2016	2637	327	546	0.09	13	2	4.0	0
2016	2753	8	546	0.09	11	2	3.5	0
2016	2704	258	546	0.09	13	2	3.9	0
2016	2614	65	546	0.09	12	2	3.8	0
2017	2910	54	546	0.09	12	2	4.1	0
2016	2728	55	546	0.09	13	2	4.0	0
2017	2961	-139	546	0.08	15	2	4.1	0
2017	C207	29	546	0.08	13	2	3.6	0
2016	2768	64	546	0.08	13	2	3.9	0
2017	2970	191	546	0.08	13	2	4.0	0
2017	2823	276	546	0.08	13	2	3.8	0
2016	2717	80	546	0.08	13	2	4.0	0
2016	2732	128	546	0.08	14	2	4.1	0
2016	C202	311	547	0.08	11	2	3.0	0
2016	2610	189	547	0.08	14	2	4.0	0
2016	C195	449	547	0.08	12	2	3.5	0
2017	2926	269	547	0.08	13	2	4.0	0
2017	2913	-6	547	0.08	14	2	3.9	0
2017	3038	318	547	0.08	16	2	3.7	0
2016	C190	90	547	0.08	13	2	3.8	0
2017	2963	200	547	0.08	11	2	3.9	0
2017	2915	301	547	0.08	13	2	4.0	0
2017	2824	283	547	0.08	14	2	3.9	0
2017	2884	-156	547	0.08	13	2	3.8	0
2017	2916	211	547	0.08	13	2	3.8	0
2016	2794	113	548	0.08	15	2	3.9	0
2017	2972	278	547	0.08	14	2	4.0	0
2016	2739	28	547	0.08	13	2	4.0	0
2016	2623	175	548	0.08	14	2	4.0	0
2017	2808	-150	548	0.08	16	2	4.0	0
2017	2805	150	548	0.08	14	2	4.0	0
2016	2796	206	548	0.08	12	2	4.1	0
2017	2953	139	548	0.08	14	2	4.0	0
2016	2804	-28	548	0.08	11	2	3.9	0
2016	2795	-63	548	0.08	13	2	4.0	0
2017	2836	131	548	0.08	13	2	3.9	0
2017	3008	112	548	0.08	14	2	4.0	0
2016	2787	175	549	0.08	14	2	4.0	0
2016	2792	132	549	0.08	14	2	4.0	0
2017	2882	114	549	0.08	13	2	4.0	0
2016	2779	89	549	0.08	13	2	3.9	0

2017	3019	92	550	0.08	15	2	3.9	0
2016	2774	-106	549	0.08	15	2	4.0	0
2017	2879	240	549	0.07	13	2	3.5	0
2016	2785	-40	549	0.07	14	2	4.0	0
2016	2755	-91	549	0.07	15	2	4.1	0
2016	2771	139	549	0.07	14	2	4.0	0
2017	2807	-33	549	0.07	12	2	3.9	0
2017	2983	-143	549	0.07	14	2	4.0	0
2016	2703	200	550	0.07	13	2	3.7	0
2016	2756	250	550	0.07	14	2	3.7	0
2016	2757	250	550	0.07	14	2	3.7	0
2017	2956	79	550	0.07	15	2	4.0	0
2016	C188	-40	550	0.07	13	2	3.9	0
2017	2815	61	550	0.07	13	2	3.0	0
2017	2960	-152	551	0.07	15	2	4.1	0
2017	3029	173	551	0.07	15	2	3.9	0
2017	3030	47	552	0.07	12	2	3.5	0
2017	3046	157	551	0.07	15	2	4.0	0
2017	2905	-38	551	0.07	15	2	3.9	0
2017	2939	29	551	0.07	13	2	3.7	0
2017	3007	-8	551	0.07	14	2	4.1	0
2017	2809	172	551	0.07	13	2	4.0	0
2016	2663	119	551	0.07	14	2	4.0	0
2017	2979	1	552	0.07	16	2	4.0	0
2017	C208	213	552	0.07	13	2	3.2	0
2016	C186	4	552	0.07	13	2	3.6	0
2016	2606	203	561	0.06	13	2	3.9	0
2016	2688	39	552	0.06	12	2	3.9	0
2017	3022	39	552	0.06	12	2	3.9	0
2016	2749	225	552	0.06	12	2	4.0	0
2016	2731	227	552	0.06	15	2	4.0	0
2017	3039	103	552	0.06	14	2	4.0	0
2017	2989	225	553	0.06	12	2	4.0	0
2016	C196	45	553	0.06	12	2	3.7	0
2017	C219	39	553	0.06	13	2	3.7	0
2016	2634	128	553	0.06	14	2	4.0	0
2016	2720	235	554	0.06	13	2	4.0	0
2016	2776	87	554	0.06	15	2	3.9	0
2017	3040	268	554	0.06	14	2	3.9	0
2017	2831	-46	554	0.06	15	2	4.0	0
2017	2877	140	554	0.06	14	2	4.1	0
2016	2773	186	554	0.06	14	2	3.9	0
2016	2770	-17	554	0.06	14	2	3.6	0

2017	3009	64	555	0.06	14	2	3.9	0
2017	3032	177	555	0.06	12	2	3.6	0
2017	2813	-24	555	0.06	13	2	3.7	0
2017	2819	86	555	0.05	16	2	4.0	0
2017	3041	-81	555	0.05	15	2	4.0	0
2016	C179	-7	555	0.05	14	2	3.8	0
2017	2844	132	555	0.05	13	2	3.9	0
2016	2788	41	556	0.05	11	2	3.5	0
2017	C224	115	556	0.05	15	2	3.7	0
2017	3050	75	556	0.05	14	2	3.8	0
2017	3016	34	556	0.05	14	2	4.0	0
2017	3012	39	557	0.05	15	2	4.0	0
2017	3043	-31	557	0.05	16	2	4.0	0
2016	C201	178	557	0.05	12	2	3.5	0
2017	C225	142	559	0.04	12	2	3.5	0
2017	3037	133	559	0.04	17	2	4.0	0
2017	3042	167	559	0.04	14	2	4.0	0
2016	2780	69	560	0.04	14	2	3.9	0
2017	3045	181	561	0.04	14	2	3.7	0
2017	3053	102	561	0.04	14	2	4.0	0
2017	3048	190	561	0.03	16	2	4.0	0
2017	3049	190	561	0.03	16	2	4.0	0
2017	3015	67	561	0.03	12	2	3.7	0
2017	3051	68	561	0.03	14	2	4.0	0
2016	2781	-9	561	0.03	13	2	3.8	0
2017	C221	83	566	0.03	12	2	3.7	0
2017	C222	83	566	0.03	12	2	3.7	0
2017	3033	131	562	0.03	15	2	4.0	0
2017	2863	10	562	0.03	11	2	3.7	0
2017	3017	-48	562	0.03	13	2	3.7	0
2017	3052	-3	562	0.03	14	2	3.5	0
2016	C198	32	563	0.03	12	2	3.7	0
2017	3028	69	563	0.03	13	2	3.8	0
2017	3047	-10	564	0.03	15	2	4.1	0

**ANEXO 6: Valores genéticos para producción de leche en machos del establo  
Granados nacidas durante 1972-2014.**

Nº	Fecha Nacimiento	CODIGO	NOMBRE COMPLETO DEL TORO	VG	ES	REL.
1	16/07/1972	HOUSA000001625268	CASANOVA BVAR CITATION	-4.629	568.1	0.01
2	23/03/1975	HOUSA000001692759	EAGLE-ACRES ELEVATION CAP	22.38	558.2	0.04
3	8/07/1978	HOUSA000001766829	QUALITY-EDGE BANNER	58.23	562.2	0.03
4	3/04/1979	HOUSA000001791371	DEN-K KIRK BOY	-11.79	557.7	0.05
5	4/11/1979	HOUSA000001812821	ENG-AMER LANCELOT-ET	-66.16	553	0.06
6	23/01/1980	HOUSA000001827813	GILTEX CAR VAL	-52.09	557	0.05
7	2/02/1980	HOUSA000001821604	**SUN-BEN BERLIN-ET	7.947	551.7	0.07
8	2/04/1980	HOUSA000001861535	ASTRO VALIANT DON	-11.17	566.2	0.02
9	12/04/1980	HOUSA000001825758	LAWCREST VALOR	-100.7	558.5	0.04
10	16/11/1981	HOUSA000001876350	**LUTZ-BROOKVIEW MARVEL-ET	68.22	551.5	0.07
11	20/05/1982	HOPER5882	MOLINERO AMIGO STAR CONDOR	167.5	544.8	0.09
12	25/01/1983	HOPER6034	MOLINERO ACHILLES GEM TALLAN	22.68	557.6	0.05
13	17/04/1983	HOUSA000001919240	PRICES ANNAS ROCKY-ET	-61.81	539.2	0.11
14	6/06/1983	HOUSA000001921039	MARK-KIMBERLY ROCKY BAU BOVA	-191.1	514.3	0.19
15	6/10/1983	HOPER6255	MOLINERO ACHILLES GEM HUANCA	137.9	559.4	0.04
16	1/01/1984	GREEN_OAK_STAR	GREEN_OAK_STAR	-108.9	561.6	0.03
17	23/01/1984	HOUSA000001942438	VIR-CLAR DESIGNER-ET	81.36	559.4	0.04
18	18/02/1984	HOPER6284	CAMAY TRENTON FORD INCA	-152.1	528.8	0.14
19	12/05/1984	HOUSA000001984153	ZIELLAND FAST FUTURE	177.3	530.7	0.14
20	28/06/1984	HOUSA000001957767	**DIXIE-LEE JUNIPER-ET	-25.88	559.1	0.04
21	20/11/1984	HOUSA000001975644	**ODYSSEY 2010-ET	-119.5	518.4	0.18
22	13/05/1985	HOUSA000001985441	**WALNUTDALE BOVA ROCKY-ET	-119.3	532	0.13
23	2/07/1985	HOPER6840	CAMAY STREPHON CHRIS CHAMPION	-2.722	560.3	0.04
24	14/10/1985	HOUSA000001994769	**DOUBLE-GOOD MARK GPSY HADEN	-209.7	534.5	0.12
25	1/01/1986	EXCLUSIVE	EXCLUSIVE	-79.42	558.5	0.04
26	2/02/1986	HOUSA000002008494	**KNOXLAND ROTATE IACOCCA-ET	67.61	536.8	0.12
27	26/02/1986	HOUSA000002014697	**POND-OAK MARKSMAN-ET	-101.7	526	0.15
28	3/04/1986	HOUSA000002018457	**ROC-HIL-VAL MARK STUFFY-ET	-187	492	0.26
29	5/05/1986	HOPER7027	SUCHE MARSHFIELD TUMI	214.5	548.6	0.08
30	17/08/1986	HOUSA000002037115	DEAN-C-T NED BOY TOP DOG	138.9	566.1	0.02
31	3/11/1986	HOUSA000002028417	CHEL-BROOK ROTATE SCRIPT-ET	52.57	564.5	0.02
32	14/11/1986	HOPER7217	MOLINERO MISTY CASCADE CHIMU	-25.74	532.7	0.13
33	1/01/1987	HELIOS	HELIOS	37.31	569.7	0.05
34	1/01/1987	ROXSON	ROXSON	9.327	555	0.00
35	1/01/1987	FIRECRAKER	FIRECRAKER	-26.31	555.5	0.05
36	15/01/1987	HOPER7252	CAMAY HIGH HOPE CHRIS CHASQUI	-52.08	562.4	0.03
37	21/07/1987	HOUSA000002051725	**PEN-COL MOONLIGHT-ET	162.1	510.4	0.20
38	13/08/1987	HOUSA000002048946	OLD-KY-HOME GLENEN LAUREATE	320.8	539.5	0.11

39	11/09/1987	HOUSA000002052157	FISHER-FERRAND MK FENTON-ET	-140.2	469.8	0.32
40	1/01/1988	ALISTER	ALISTER	0	570.8	0.00
41	1/01/1988	INVINCIBLE	INVINCIBLE	-35.47	565.9	0.02
42	10/06/1988	HOUSA000002102952	EXELS ROYALTY NET-WORK	114.8	558.7	0.04
43	20/07/1988	HOPER8536	CAMAY TRENTON PLACE CINCACIQUE	-163.5	545.8	0.09
44	10/08/1988	HOUSA000002093626	BOMAZ DESTRUCTION-ET	164.6	384.5	0.55
45	3/12/1988	HOUSA000002093518	**QUICKLAND CLEITUS SHAZAM-ET	365.8	533.6	0.13
46	12/12/1988	HOPER8557	MOLINERO BERLIN CASCADE RIMAC	17.28	555.8	0.05
47	1/01/1989	BREMMER	BREMMER	226.3	555.6	0.05
48	1/01/1989	SIMON	SIMON	42.95	541.5	0.10
49	1/01/1989	SUPERMAN	SUPERMAN	38.62	552.5	0.01
50	1/01/1989	SUNSET	SUNSET	-14.88	566.5	0.06
51	22/01/1989	HOUSA000002097715	**PRICES ACE-ET	81.11	474.6	0.31
52	1/05/1989	HOPER8491	MILKITO GOLD DUSTER MISTY SERGIO	-31.81	552.5	0.06
53	17/07/1989	HOUSA000002113156	**PEASEDALE LINGO-ET	172.5	516.3	0.18
54	21/08/1989	HOUSA000002110495	COASTAL CLEITUS ANDREW	825.7	484.8	0.28
55	1/01/1990	STAR	STAR	0	570.8	0.07
56	1/01/1990	GEORGE	GEORGE	-22.91	551	0.00
57	8/03/1990	HOUSA000002127244	DESTINY-M BLACKSTAR LAWYER	138.2	518.2	0.18
58	11/06/1990	HOPER8763	MILKITO CHIEF MARK MARSHFIELD JUANCHO	-51.96	548	0.08
59	10/07/1990	HOPER8574	MOLINERO GYUS MISTY SHALOM	-275.9	496.8	0.24
60	24/07/1990	HOPER8764	MILKITO CHIEF MARK TRADITION ELIFIO	-163.4	495	0.25
61	1/01/1991	CHALLENGER	CHALLENGER	33.27	567.5	0.01
62	1/01/1991	IJON	IJON	-69.8	549.7	0.07
63	1/01/1991	VISIONS	VISIONS	-101.2	549.6	0.07
64	25/02/1991	HOUSA000002157256	**LONDONDALE LMAN MAGNUM-ET	595	410.5	0.48
65	14/07/1991	HOPER9284	CAMAY ODYSSEY MISTY SYPAN	-346.2	452.9	0.37
66	28/08/1991	HOUSA000002185211	**SHEN-VAL NV LM FASHION-ET	223.2	440	0.41
67	30/10/1991	HOPER8925	MOLINERO GYUS PIRCHACH MOSHAV	122.4	533.4	0.13
68	12/07/1992	HOPER9180	MILKITO FUTURE MAGICIAN PACO	81.98	545.2	0.09
69	1/01/1993	AVENGER	AVENGER	233.2	493.1	0.25
70	1/01/1993	EGAN	EGAN	8.135	556.4	0.00
71	1/01/1993	COLONEL	COLONEL	0	570.8	0.05
72	1/05/1993	HOCAN000005844883	STBVQ RUBENS	-20.67	511.7	0.20
73	12/12/1993	HOUSA000002253348	SIM-CO LIBERTY CHANCE-ET	-64.82	479	0.30
74	1/01/1994	DUCKE	DUCKE	101.4	556.2	0.39
75	1/01/1994	STUFFY	STUFFY	85.42	547.3	0.05
76	1/01/1994	NAPOLEON	NAPOLEON	-162	520.2	0.17
77	1/01/1994	BUCKANNER	BUCKANNER	-509.2	445.8	0.08
78	19/03/1994	HOUSA000002260856	RICECREST LANCE-ET	54.91	484.3	0.28
79	2/05/1994	HOITA001119012195	ZICOSTAR TL TV	133.9	469.8	0.32
80	15/05/1994	HOUSA000002255696	**NA-LAR ELTON KENNETH-ET	-90.18	557.4	0.05

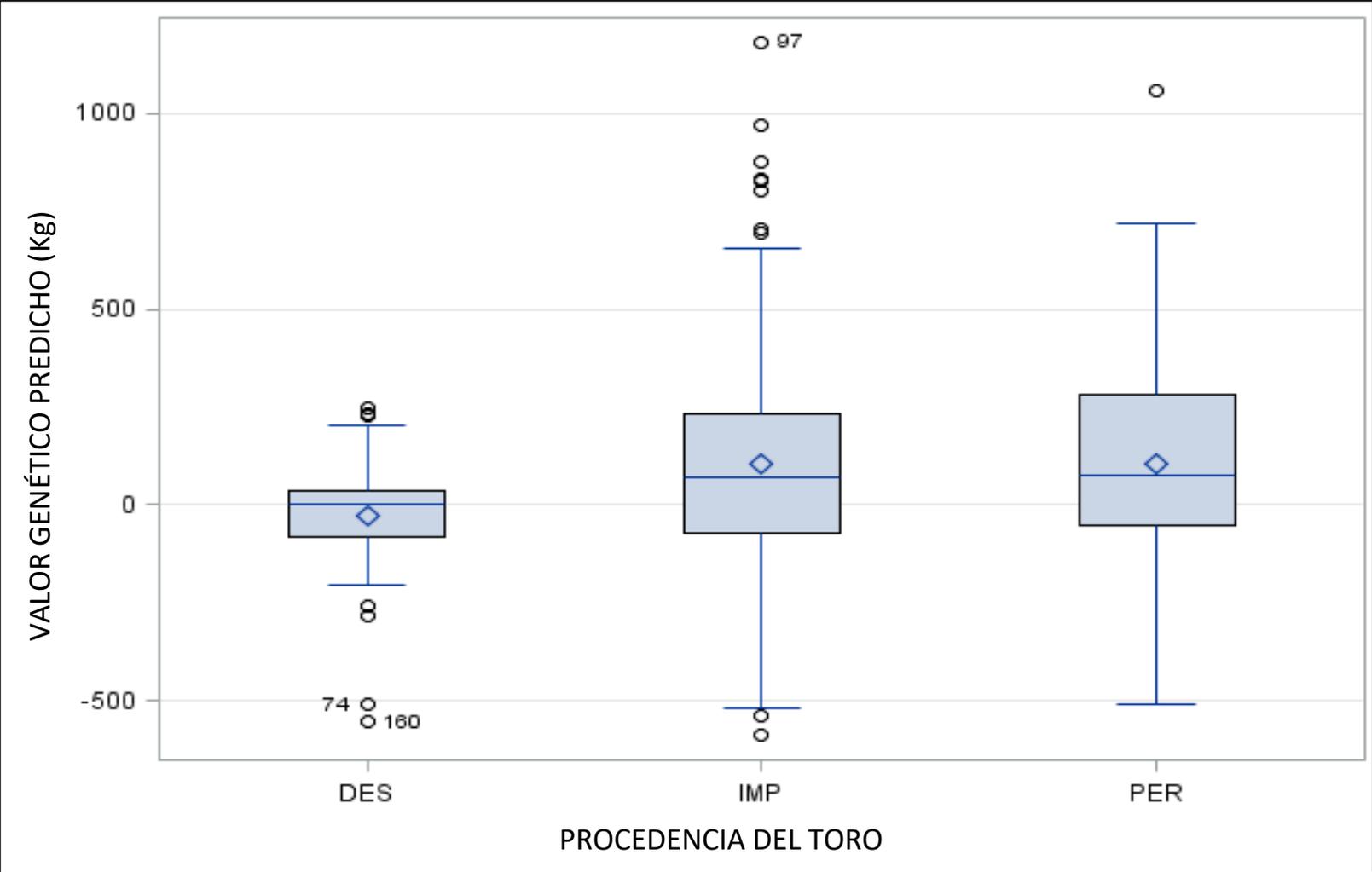
81	25/05/1994	HOPER9977	MILKITO LOTTERY F "SAMOA"	434.9	336.9	0.65
82	26/05/1994	HOCAN000006215489	SILKY COUSTEAU	-1.884	465.1	0.34
83	13/07/1994	HOPER9421	BSP. BELL BOSS DEVINE JUNIOR	-510.2	492.9	0.25
84	28/09/1994	HOUSA000002266073	CHAPEL-BANK AEROTATION	971.5	332	0.66
85	9/10/1994	HOUSA000002263745	KRANZ-ELM GILLES-ET	-70.54	509.6	0.20
86	1/11/1994	HOUSA000002266096	**HI-KE ELTON SAMSON	112.7	520.2	0.17
87	29/03/1995	HOITA002502041517	CAMPOGALLO SCHERING TV TL GM *	5.442	443.2	0.40
88	3/04/1995	HOITA001213023916	RONCO RONCONI SLO. STAR-ONE ETSTAR-ONE	281.4	518.2	0.18
89	22/05/1995	HOITA001403039282	DADO L MONTU' TL TM TV G.M.***	364.4	451.1	0.38
90	29/05/1995	HOUSA000002283609	BE-WARE JUROR GENO	228.3	508.9	0.21
91	18/06/1995	HOUSA000002287161	BARBEE-M JUROR ITO-ET	-23.45	476.2	0.30
92	18/07/1995	HOUSA000002286848	**LANGACRES BRAVEHEART-ET	-189.9	429.3	0.43
93	1/09/1995	HOUSA000002293103	**DIAMOND-W CB MICKEY-ET	160.7	509.3	0.20
94	9/09/1995	HOITA003604039709	ALZI JUR.FORD TV TM TL G.M.	589.1	389.9	0.53
95	30/10/1995	HOUSA000002290597	EASTVIEW EMORY EQUITY-ET	575.1	439.9	0.41
96	9/11/1995	HOUSA000002291624	LOCUST-RIDGE EMORY CALEB-ET	-74.46	480.3	0.29
97	2/03/1996	HOUSA000017013604	FUSTEAD EMORY BLITZ-ET	1181	369.3	0.58
98	6/03/1996	HOPER10261	GLORIA BELLWOOD DAZZLER CAMPEON	1060	390.5	0.53
99	8/04/1996	HOITA002701003310	BERNARDIS BW LAIBERT TV TL TM	247.2	450.4	0.38
100	10/04/1996	HOPER10445	CAMAY SHAZAM G DUSTER PABLO	277.8	360.1	0.60
101	15/06/1996	HOUSA000017099649	**KEIDEL BELLWOOD SATURN-ET	349.1	445.2	0.39
102	1/07/1996	HOUSA000017131025	**WELCOME GARTER-ET	563.6	388.6	0.54
103	14/10/1996	HOUSA000017273389	**RICECREST DILLON-ET	-85.15	409.7	0.48
104	1/01/1997	HOPER9761	GLORIA BERT JACK SILVESTRE	721.5	444	0.39
105	12/01/1997	HOUSA000017231273	**PASEN PATRON MEDIA-ETS	-115	471.3	0.32
106	6/03/1997	HOUSA000018021429	CO-OP LONDON COSMO-ET	429.6	485.4	0.28
107	9/04/1997	HOUSA000017347508	BEACHLAWN BLWOOD LILLY-ET	-455.4	471.9	0.32
108	22/05/1997	HOUSA000018014359	LOOSLEA FRMATION FREEDOM-ET	479.2	419.2	0.46
109	23/05/1997	HOPER10134	GLORIA ZEBO THOR JULIAN	-264.1	505	0.22
110	26/05/1997	HOUSA000017356478	COOKLEE FORMATION 1764-ET	803.3	399.1	0.51
111	12/06/1997	HOUSA000017382004	GLEN-D-HAVEN RUDOLPH JETTA	-282.5	408	0.49
112	4/10/1997	HOPER10650	SAN ISIDRO DESTRUCTION FENTON ISIDRO	-36.7	486.8	0.27
113	21/10/1997	HOPER10397	MILKITO JORDACHE SHAZAM OSCAR	532.5	538.5	0.11
114	25/12/1997	HOITA001122023563	GO-FARM FORMAT.RELAT.ET TV TL	-225.2	499.3	0.23
115	1/01/1998	HOITA001214044953	BOSCHINI LAUDA ET TV TL	479.3	420	0.46
116	2/05/1998	HOPER10742	CAMAY MAESTRO B. BOSS YANKUNTA	214.7	383.3	0.55
117	31/05/1998	HOITA041189061048	**PASQUERO BANDERAS TV TL GM**	339.5	389.4	0.53
118	27/06/1998	HOUSA000123253040	CO-OP COMPLETE-CRI	-193.2	509.8	0.20
119	7/07/1998	HOITA601059498037	GREEN HILLS W.ABSOLUT ET TV TL	-41.2	545.5	0.09
120	10/08/1998	HOUSA000125521956	**WA-DEL CAPITOL-ET	17.59	545.6	0.09
121	4/10/1998	HOUSA000125997863	**RICH-J SOSA-ET	234.5	450.7	0.38
122	12/12/1998	HOITA251099028156	CAMPOGALLO PG TRESOR ET TV TL	-168.9	480.1	0.29

123	6/02/1999	HOITA01950000066	CERVI BUXON ET TV TL	346.1	447.4	0.39
124	11/03/1999	HOPER10710	MOLINERO JACK DESTRUCTION	290.7	376.3	0.57
125	9/04/1999	HOITA056000010566	BIG MTOTO BARRACUDA ET TV TL	611.3	434.6	0.42
126	19/06/1999	HOITA098500026172	DEL SANTO KIOTO TV TL	106.3	500.8	0.23
127	3/07/1999	HOITA020500004485	BOTTURI MTOTO PEPPER ET TV TL	194.8	474.2	0.31
128	4/07/1999	HOITA018500002607	PIROCCO M. VELOX ET TL TV GM	450.4	514.1	0.19
129	1/08/1999	HOUSA000128920633	**RICECREST MURPHY-ET	230.9	502.2	0.23
130	19/10/1999	HOITA095000510463	ALL.STEVAN PROTON SUD ET TV TL	480.3	453.7	0.37
131	1/11/1999	HOFRA003704255067	**PAONIE DG-ET	132.7	528.6	0.14
132	11/12/1999	HOPER10840	GLORIA BELLWOOD DESTRUCTION MARCELO	315.3	486.4	0.27
133	29/12/1999	HOUSA000129008732	GEM-HILL AMEL DON-ET	-263	494.9	0.25
134	2/01/2000	HOUSA000060044817	CO-OP F3 CONVINCER MO	285	408	0.49
135	5/02/2000	HOUSA000129650845	**CHEESEHEADS FAN-ET	-367.5	486.6	0.27
136	19/03/2000	HOUSA000129443405	**PARADISE-DND SUEDE-ET	-68.44	530.3	0.14
137	22/05/2000	HOITA004901020566	PASQUERO JUCAR ET TV TL	10.19	467.3	0.33
138	25/05/2000	HOUSA000129898447	**MORNINGVIEW JINGLES-ET	-538.3	413	0.48
139	1/07/2000	HOUSA000207187904	**REGANCREST ETHAN-ET	42.46	478	0.30
140	24/07/2000	HOITA056000030963	CAROL MTOTO JAZZMAN ET CV GM**	-177.6	408.2	0.49
141	11/08/2000	HOUSA000130186403	**WA-DEL MONTEREY-ET	-78.23	530.9	0.13
142	27/09/2000	HOUSA000131058145	**SQUARE-ACRES ADDI KNOCK-ET	230.3	496.3	0.24
143	19/10/2000	HOUSA000131206940	**VAN-WAGNER ALLEGRO-ET	485.7	519	0.17
144	20/11/2000	HOUSA000060180343	**SHADYCREST-H MEGATON-ET	-413.7	439.3	0.41
145	8/12/2000	HOITA019500181038	CRISTELLA BESN UNCINO ET TV TL	130.8	487	0.27
146	19/12/2000	HOUSA000131045417	**PASEN QUINN-ET	-5.962	544	0.09
147	26/12/2000	HOUSA000060083723	**WALHOWDON MARSHALL HARRY-ET	98.94	494.3	0.25
148	1/01/2001	APOLLO	APOLLO	-42.68	552.5	0.06
149	1/01/2001	REGAN	REGAN	-203.8	549.3	0.07
150	19/01/2001	HOUSA000130803069	**LADYS-MANOR WILDMAN-ET	77.43	363.9	0.59
151	8/02/2001	HOUSA000060317821	CO-OP MARSHALL KARET-ET	225.4	476.1	0.30
152	10/04/2001	HOPER11196	SAN ISIDRO CALEB KEMPER IMPERIAL	97.36	541	0.10
153	7/05/2001	HOUSA000060372887	JENNY-LOU MRSHL TOYSTORY-ET	-44.52	340.9	0.64
154	26/06/2001	HOPER10986	GLORIA MARSHALL BELLWOOD GEORGE	303.8	367.7	0.59
155	21/07/2001	HOUSA000132200228	CANYON-BREEZE ANDREW-ET	-319.2	420.2	0.46
156	24/07/2001	HOUSA000207635126	**MEIER-MEADOWS MARS NILES-ET	-175.6	447	0.39
157	11/09/2001	HOUSA000131823833	SANDY-VALLEY BOLTON-ET	571.6	408.9	0.49
158	14/10/2001	HOUSA000132023946	FAR-O-LA BWMAR DA MONONA-ET	-190.9	425.6	0.44
159	8/12/2001	HOUSA000060641653	**SILMARILLION STALLION-ET	235.7	517.2	0.18
160	1/01/2002	TEAMSTER	TEAMSTER	249.4	537.1	0.28
161	1/01/2002	NIÑO	NIÑO	204.2	521.5	0.07
162	1/01/2002	MALIK	MALIK	107.7	544.6	0.09
163	1/01/2002	SAMBO	SAMBO	-91.26	519.8	0.17
164	1/01/2002	CAMPANERA	CAMPANERA	-280.6	549	0.17
165	1/01/2002	89345	89345	-555	484.4	0.11

166	3/01/2002	HOITA058000125915	CDM SPEEDMASTER ET	-111.8	525.3	0.15
167	11/03/2002	HOUSA000133506064	**VELKOMMEN-VALLEY JORIDY-ET	875.2	340.1	0.64
168	7/04/2002	HOUSA000132973942	EMERALD-ACR-SA T-BAXTER	654.9	507	0.21
169	14/04/2002	HOUSA000133365133	**CO-OP SATURN SPIRIT-ET	88.91	529.2	0.14
170	22/05/2002	HOPER14466	CAMAY AEROTATION JACK PAULO	187	369.4	0.58
171	2/08/2002	HOPER11169	CAMAY DOCTOR -TOD LINGO JUPITER	285.9	498.6	0.24
172	3/03/2003	HOUSA000060597003	**ENSENADA TABOO PLANET-ET	5.473	496.7	0.24
173	25/03/2003	HOPER14537	MOLINERO GARTER DOCTOR RISSI	444.6	352.6	0.62
174	18/04/2003	HOUSA000134422312	**GEN-MARK STMATIC SANCHEZ	-520.5	332.1	0.66
175	21/05/2003	HOUSA000134438052	**KED OUTSIDE JANCE-ET	584.1	433	0.42
176	19/06/2003	HOUSA000061133837	**GOLDEN-OAKS ST ALEXANDER-ET	-80.85	470.9	0.32
177	7/08/2003	HOPER14611	578 CAMAY FORMAT KYLE COLORAO	505.9	468	0.33
178	14/10/2003	HOPER14622	SAN ISIDRO SCRIBE CALEB EZEQUIEL	147.9	544.1	0.09
179	8/12/2003	HOUSA000060845420	**WILLOW-MARSH-CC GABOR-ET	-175.7	477.3	0.30
180	1/01/2004	89262	89262	0	570.8	0.00
181	1/01/2004	LA_PAR	LA_PAR	-65.35	507.7	0.21
182	1/01/2004	LUNAX	LUNAX	-157.2	541.2	0.10
183	25/03/2004	HOITA056990003736	CAROL CHAMPION MENTAL ET TV	-587.6	490	0.26
184	30/07/2004	HOPER14675	GLORIA UTAH BELLWOOD VITO	24.18	496.3	0.24
185	29/12/2004	HOUSA000062065919	CHARLESDALE SUPERSTITION-ET	432.6	351.4	0.62
186	1/01/2005	44953	44953	0	570.8	0.00
187	2/02/2005	HOPER14740	MOLINERO SOSA GARTER MIGUEL	-413.7	376.2	0.57
188	28/03/2005	HOPER14836	CAMAY COMPLETE AEROTATION CARAL	124.7	375.6	0.57
189	23/04/2005	HOPER14944	CAMAY BLITZ KYLE BINGO	565.2	472.2	0.32
190	6/05/2005	HOPER14741	MOLINERO SOSA GARTER JORGE	365.6	516.3	0.18
191	12/06/2005	HOUSA000061898306	**REGANCREST ALTAIOTA-ET	198.4	391.8	0.53
192	8/08/2005	HOUSA000136761581	**MISTER MAGNETISM-ET	248	466.1	0.33
193	12/11/2005	HOUSA000061898423	**REGANCREST S BRAXTON-ET	140.7	542.5	0.10
194	25/11/2005	HOUSA000062942427	LOTTA-HILL SHOTTLE 41-ET	704.2	312.7	0.70
195	13/12/2005	HOUSA000062496439	**REGANCREST REGINALD-ET	-7.242	492.1	0.26
196	27/12/2005	HOUSA000062398872	CO-OP SHOTTLE LAZARITH-ET	335.3	454.8	0.37
197	2/01/2006	HOUSA000137332056	GLENN-ANN PALERMO-ET	104.3	348.4	0.63
198	7/02/2006	HOUSA000137191143	**FUSTEAD GOLDWYN GUTHRIE-ET	-180.2	498.6	0.24
199	10/03/2006	HOUSA000137973796	**OSEEANA SHOT ANARTIC-ET	-338.4	436.8	0.41
200	3/05/2006	HOPER14809	GLORIA MERCHANT CHESTER TV TL	54.61	357	0.61
201	16/10/2006	HOPER14906	KARENDALE AARON SAINT SIMON TV TL	-289.5	523.6	0.16
202	1/01/2007	KONING	KONING	19.89	526.6	0.00
203	1/01/2007	BLADE	BLADE	0	570.8	0.15
204	8/02/2007	HOPER14850	KARENDALE AEROSTAR EMBRION-ET TV TL	-168.5	525.3	0.15
205	24/02/2007	HOCAN000008956379	PBMAPLE-DOWNS-I G W ATWOOD	-231.5	389.7	0.53
206	16/04/2007	HOPER14976	LAS VIRREYNAS BIW REAL FELIPE TV TL	32.18	463.7	0.34
207	17/04/2007	HOPER15004	SAN ISIDRO JERICO LANCE ATLAS	0	570.8	0.00
208	16/05/2007	HOUSA000062828738	**ROORDA MERIDIAN-ET	161.9	457.4	0.36

209	28/05/2007	HOPER15000	EL SEQUIÓN MOTEL BULLET CENTINELA	-74.37	543.5	0.09
210	18/06/2007	HOUSA000063811814	MS M-PONDHILL BUCKEYE PILOT	70.21	472.1	0.32
211	26/07/2007	HOPER15002	CAMAY KNOCK BLITZ VULCANO	141.9	455.4	0.36
212	5/08/2007	HOUSA000062744517	**REGANCREST B BRENDALE-ET	285.8	534.9	0.12
213	14/08/2007	HOUSA000138550394	BRANDT-VIEW HEFTY-ET	696.7	290.1	0.74
214	1/12/2007	HOUSA000065249839	**MS ATLEES SHT AFTERSHOCK-ET	-137.9	418.6	0.46
215	28/12/2007	HOUSA000138974820	**SILDAHL JETT AIR-ET	179.9	526.9	0.15
216	1/01/2008	RUGER	RUGER	-1.747	555.6	0.05
217	1/01/2008	STIFF	STIFF	-182.6	518.8	0.17
218	5/06/2008	HOCAN000105331852	PBCOMESTAR LOTHARIO	-274.7	395.4	0.52
219	30/06/2008	HO840003004373270	**RONELEE GOLD DIGGER-ET	530.2	364.5	0.59
220	5/07/2008	HOPER15119	LOS ROSALES MARION BLITZ OCTAVIO	71.36	427.8	0.44
221	1/01/2009	SYSTEMATIC	SYSTEMATIC	174.5	541.7	0.05
222	1/01/2009	CALIPSO	CALIPSO	-70.32	557.3	0.25
223	1/01/2009	NEUTRON	NEUTRON	-257.8	493.2	0.10
224	20/02/2009	HOUSA000066011447	**SULLY ALTAMETEOR-ET	182	430.5	0.43
225	11/09/2009	HOUSA000068977120	**LADYS-MANOR PL SHAMROCK-ET	2.737	553.2	0.06
226	1/01/2010	CASHMERE	CASHMERE	174.9	528.4	0.00
227	1/01/2010	CONAN	CONAN	12.72	537.3	0.14
228	1/01/2010	89324	89324	0	570.8	0.11
229	28/03/2010	HOCAN000010847042	PBMARBRI FACEBOOK	-30.11	567.1	0.01
230	29/04/2010	HOUSA000069404886	**BLUMENFELD DE PRINCE-RED-ET	830.6	453.3	0.37
231	26/05/2010	HOCAN000011104016	PBGENERATIONS EPIC	216.3	524.6	0.16
232	22/06/2010	HO840003006972816	**MOUNTFIELD SSI DCY MOGUL-ET	142.9	562	0.03
233	23/07/2010	HOUSA000069207641	**WELCOME SUPER PETRONE-ET	216.3	524.6	0.16
234	9/09/2010	HOUSA000069629239	**PINE-SHELTER CLAY WOOD-ET	-115.8	531.3	0.13
235	25/11/2010	HOUSA000069990138	99DE-SU BKM MCCUTCHEN 1174-ET	61.11	552.4	0.06
236	28/12/2010	HOUSA000069981349	**SEAGULL-BAY SUPERSIRE-ET	296.9	537.4	0.11
237	16/06/2011	HONLD000543756297	99APINA ALTAEMBASSY-ET	17.12	567.9	0.01
238	28/03/2012	HOUSA000071302858	**MR LOOKOUT PESCE ALTA5G-ET	-487.4	507	0.21
239	27/09/2012	HOUSA000142088177	**WA-DEL MOGUL BLAKE-ET	71.46	568.6	0.01
240	4/10/2012	HOUSA000071753166	99RIVER-BRIDGE CO-OP TROY-ET	71.46	568.6	0.01
241	16/10/2012	HOUSA000071303599	**LE-O-LA MOGUL GAMBLER	71.46	568.6	0.01
242	29/10/2012	HOCAN000011591480	PBDELABERGE PEPPER	71.46	568.6	0.01
243	15/11/2012	HOCAN000011596161	PBSTANTONS MOTIVATOR	71.46	568.6	0.01
244	23/12/2012	HOUSA000071813206	**DE-SU 11620 NIRVANA-ET	71.46	568.6	0.01
245	5/01/2013	HOUSA000071181796	**SANDY-VALLEY GRAM-ET	71.46	568.6	0.01
246	21/01/2013	HOUSA000069087180	99VIEW-HOME MONTEREY-ET	30.55	566.2	0.02
247	22/02/2013	HONLD000949033666	99WESTENRADE ALTASPRING	71.46	568.6	0.01
248	10/03/2013	HO840003011816312	99CO-OP RENEGADE-ET	30.55	566.2	0.02
249	1/06/2013	HOUSA000142478989	**BUCK-H-CREEK MGL PIRANHA-P	71.46	568.6	0.01
250	9/09/2013	HOCAN000011703385	PBSILVERRIDGE ALOUD	-7.528	570.6	0.00
251	5/10/2014	HO840003125519425	99SIEMERS KINGBOY R-PRETTY-ET	15.28	569.7	0.00

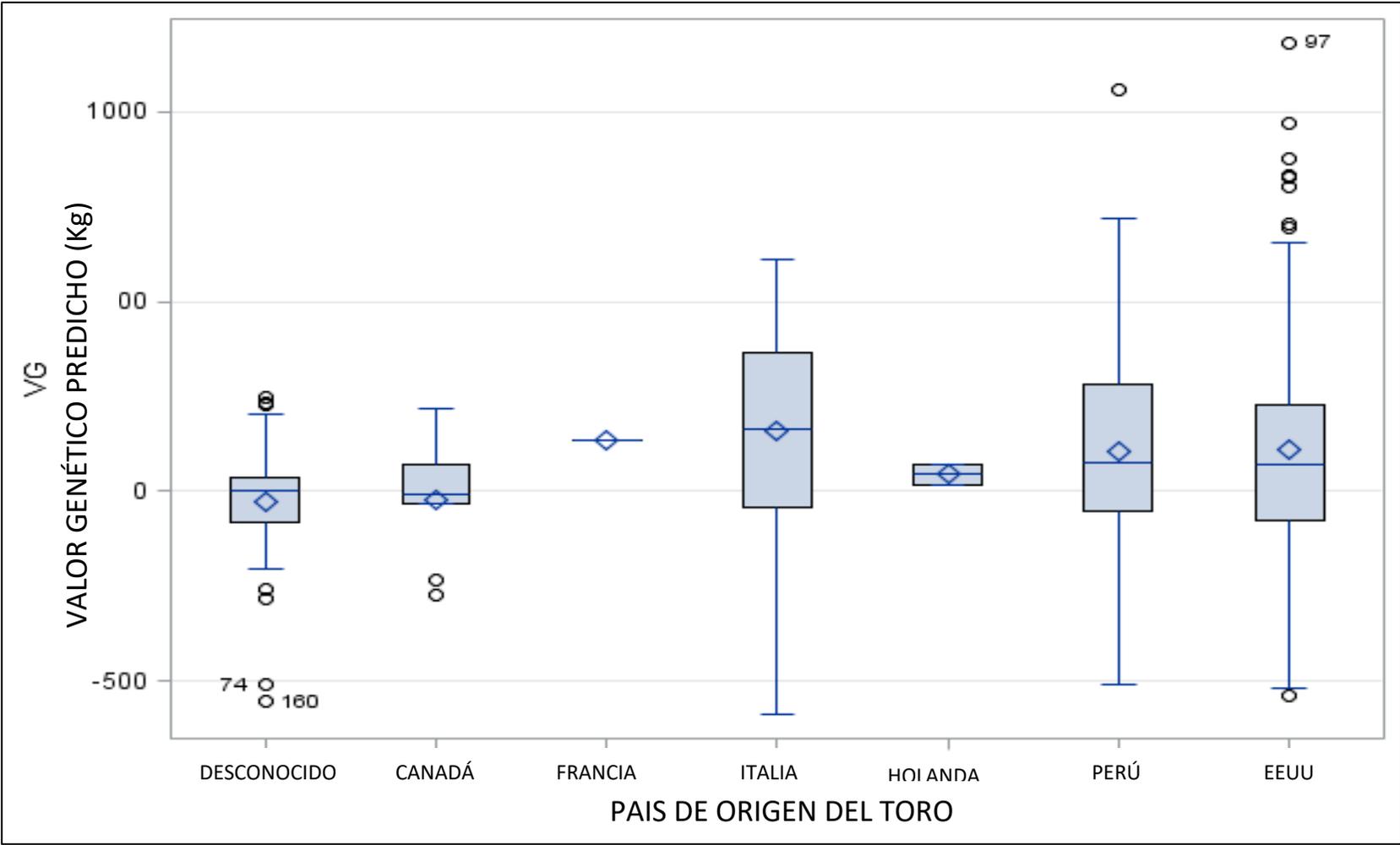
**ANEXO 7: Distribución de valores genéticos de toros según procedencia**



**ANEXO 8: Media de los valores genéticos (Kg de leche) para toros utilizados en el establo Granados según su procedencia.**

<b>Procedencia</b>	<b>N</b>	<b>(%)</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Importado	158	62.9	107.2	298.9	-587.6	1 181
Nacional	48	19.1	102.9	296.2	-510.2	1 060
Desconocido	45	17.9	-28.4	162.6	-555.0	249.4
<b>Total</b>	251	100				

ANEXO 9: Distribución de valores genéticos de toros según país de origen.



**ANEXO 10: Media de los valores genéticos (Kg de leche) para toros según su país de origen.**

<b>País de origen del Toro</b>	<b>N°</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>media de VG</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>N° Hijas</b>
Italia	22	8.8	157.2	301.0	-587.6	611.3	192
Francia	1	0.4	132.7	.	132.7	132.7	1
Estados Unidos	124	49.4	108.6	308.7	-538.3	1 181	1 436
Perú	48	19.1	102.9	296.2	-510.2	1 060	490
Holanda	2	0.8	44.3	38.4	17.1	71.5	15
Canadá	9	3.6	-23.0	151.1	-274.7	216.3	154
Desconocido	45	17.9	-28.4	162.6	-555.0	249.4	302
<b>Total</b>	<b>251</b>	<b>100</b>					<b>2 590</b>

**ANEXO 11: Media de los VG de vacas y toros para la producción de leche por edad según año de nacimiento.**

<b>AÑO</b>	<b>HEMBRAS</b>	<b>MACHOS</b>
1982	-61	0
1983	.	.
1984	-16	-2
1985	-21	0
1986	-15	7
1987	-34	17
1988	14	40
1989	-25	-15
1990	-20	-37
1991	69	48
1992	-44	-61
1993	-55	-57
1994	-30	-32
1995	-37	-69
1996	-167	-231
1997	-263	-456
1998	72	216
1999	197	442
2000	310	612
2001	186	321
2002	135	159
2003	133	246
2004	125	143
2005	172	186
2006	206	245
2007	183	206
2008	179	131
2009	151	129
2010	185	203
2011	173	152
2012	82	7
2013	245	256
2014	216	246
2015	121	26
2016	134	54
2017	164	132

Los VG de hembras están promediados según su año de nacimiento, los VG para machos están promediados según el año de nacimiento de sus hijas.